



第七章 电器和电机

内容

要求



- 电器基本知识
- 电器的基本理论
- 低压开关电器
- 低压熔断器
- 低压接触器
- 低压继电器
- 低压主令电器
- 高压开关电器
- 高压熔断器
- 电气控制元件
- 电机

- 识记低压电器与高压电器类别
- 理解电磁式电器的工作原理
- 掌握常用低压电器(开关电器、熔断器、接触器、继电器、主令电器)的用途、分类、选用；理解工作原理与相关技术参数
- 认识一些高压电器
- 认识三相异步电机结构，理解工作原理，掌握接法，理解技术指标功能简单计算

低压主令电器

□ 主令电器是一种机械操作的控制电器，它主要用于切换控制电路，向电气主回路发送命令。

□ 例：控制电机的起动、停止、状态等

□ 主要有

□ 控制按钮

□ 指示灯与发声器

□ 转换开关

■ 组合开关

■ 万能转换开关

□ 行程开关

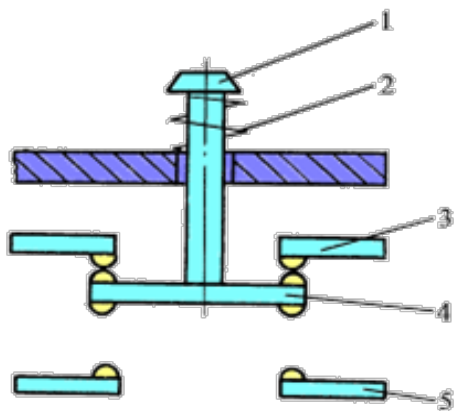
■ 有触点行程开关

■ 接近开关(无触点行程开关)



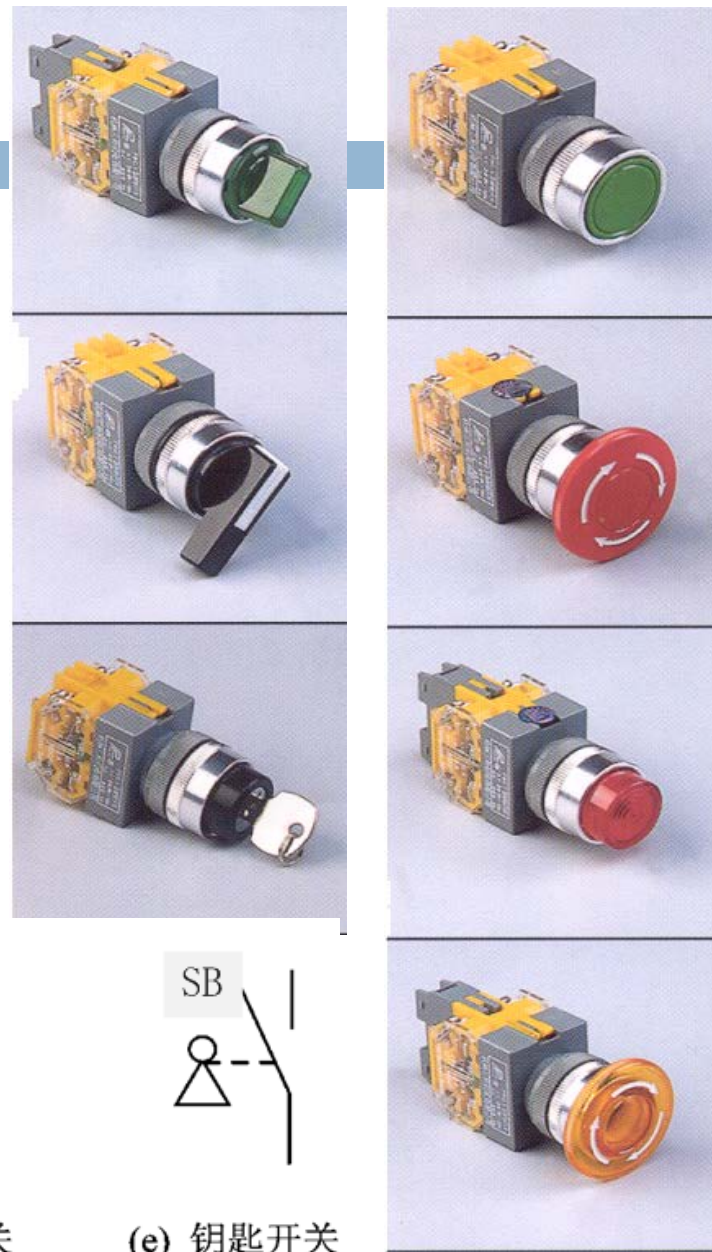
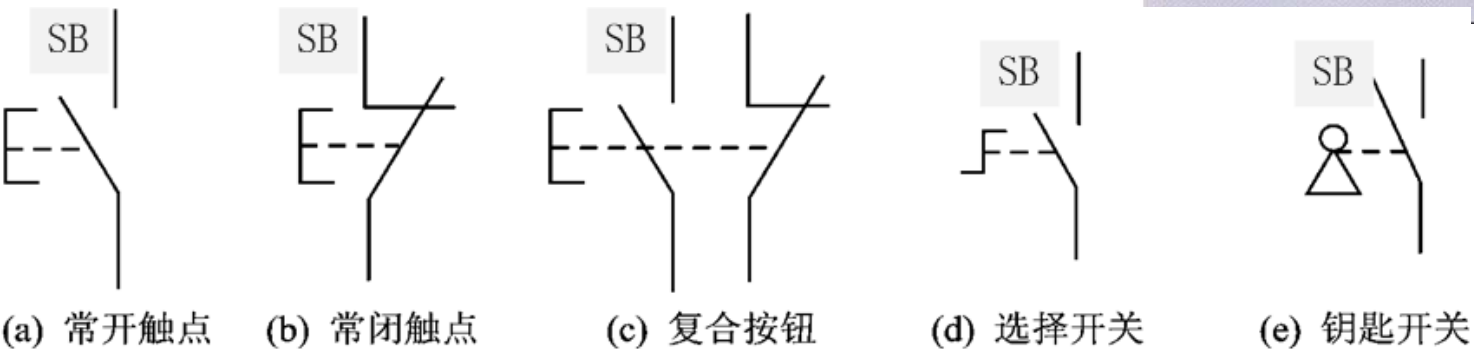
控制按钮

□ 结构与符号



控制按钮结构示意图

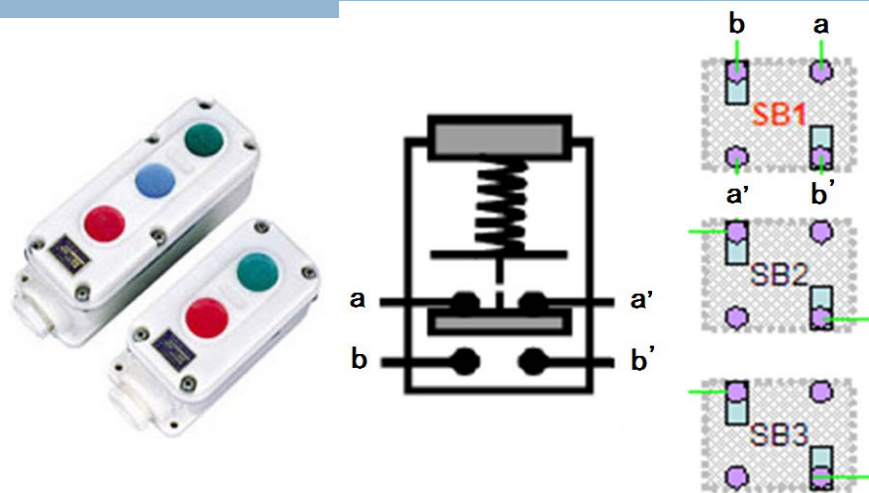
1-按钮 2-复位弹簧 3-常闭静触头
4-动触头 5-常开静触头



控制按钮

选用

- 按驱动方式分：直接推压、旋转、推拉、杠杆、带锁
- 按用途：动合、动断、复合、三联式
- 按结构形式、防护方式：开启式、紧急式、钥匙式、旋扭式、保护式、防腐式、带指示灯式
- 按接触面形式：平头、蘑菇头、带操纵杆
- 按颜色：红、绿、黑、黄、蓝、白等



颜色	代表意义	典型用途
红	停车、开断 紧急停车	一台或多台电动机的停车 机器设备的一部分停止运行 磁力吸盘或电磁铁的断电 停止周期性的运行 紧急开断 防止危险性过热的开断
绿或黑	启动、工作、点动	控制回路激励 辅助功能的一台或多台电动机开始启动 机器设备的一部分启动 激励磁力吸盘装置或电磁铁 点动或缓行
黄	返回的启动、移动出界、正常工作循环或移动一开始时去抑止危险情况	在机械已完成一个循环的始点,机械元件返回 撤黄色按钮的功能可取消预置的功能
白或蓝	以上颜色所未包括的特殊功能	与工作循环无直接关系的辅助功能控制保护继电器的复位

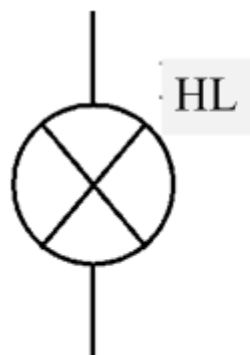
控制按钮

- 主要技术参数
 - ▣ 额定电压与电流，如AC100V&5A
- 选用
 - ▣ 应用场合？
 - ▣ 合适的形式？
 - ▣ 应具备的常开、常闭点数？
 - ▣ 什么样颜色合适特定场合？

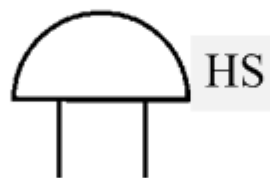


指示灯与发声器

- 指示灯---电源指示及指挥信号、预告信号、运行信号、事故信号及其它信号的指示
 - ▣ 颜色：HR(RD)、HY(YE)、HG(GN)、HW(WH)、HB(BU)
 - ▣ 类型：NeXe、Na、HG、I、IN、EL、ARC、FL、IR、UV、LED
- 发声器包括电铃与蜂鸣器----指示、报警



(a) 指示灯



(b) 电铃



(c) 蜂鸣器

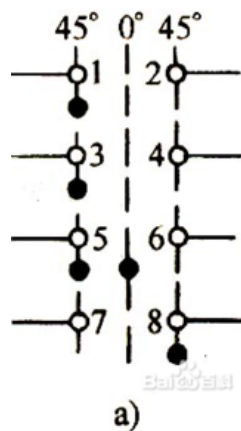
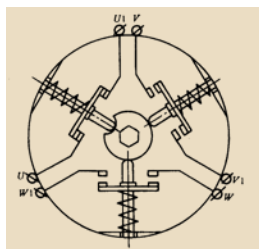
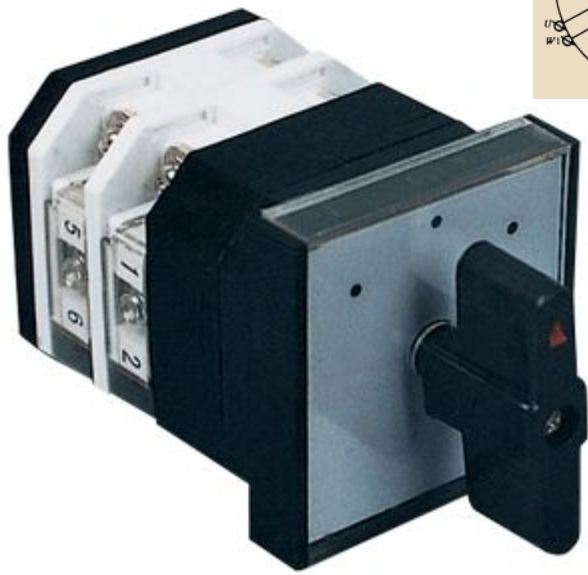
指示灯与发声器





□ 实物图



转换开关

- 转换开关用来较为频繁地转换复杂的多路控制电路,用动触片的左右旋转来代替闸刀的推合和拉开,结构较为紧凑
- ❖ 由触点、凸轮、定位机构、转轴、面板及其支撑件构成。



LW5-15D0403/2				
触头编号		45°	0°	45°
	1-2	×		
	3-4	×		
	5-6	×	×	
	7-8			×

b)

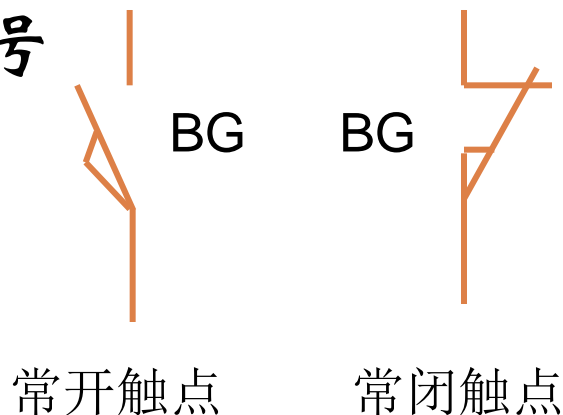
转换开关

- 应用：万用表 断路器操作回路控制
- 主要技术参数：额定电压、电流、分路输出电流
 - ▣ 额定电压：1P 660V 380V 03P 660V 380V SP 220V、110V、36V、24V
 - ▣ 额定电流32A、63A、100A、200A、400A、600A、1000A
 - ▣ 额定分路输出电流16A、32A、63A、125A、250A、400A
- 选用：根据控制要求选择合适型号、额定电流和电压；根据应用场合选择面板形式、标志和手柄
 - ▣ 控制电路中，路数和电路状态决定触点数目和定位特征，是考虑重点
 - ▣ 控制电机中，容量和电压等级是考虑重点

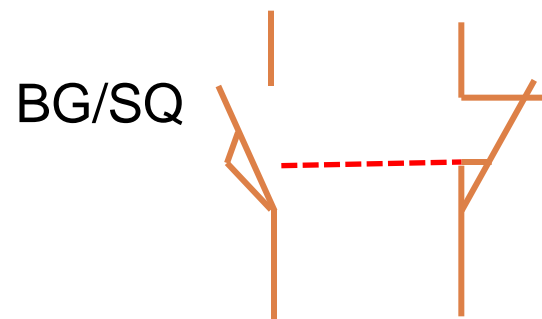
行程开关(限位开关)- Travel Switch

□ **行程开关**又称限位开关，属**小电流**开关电器，能将机械位移转变为电信号，以控制机械运动。

□ **电气符号**



行程开关触点符号

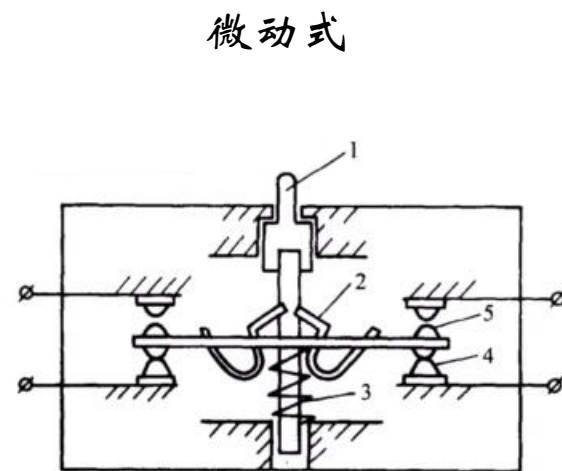
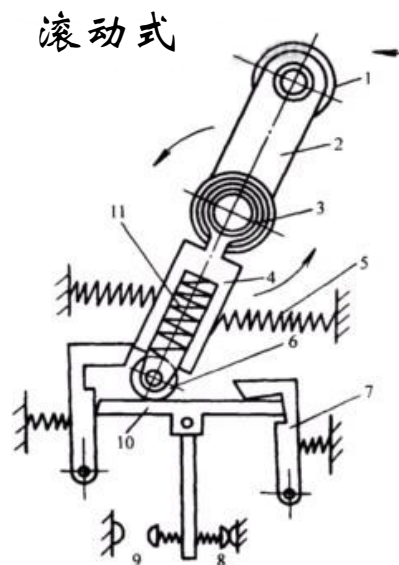
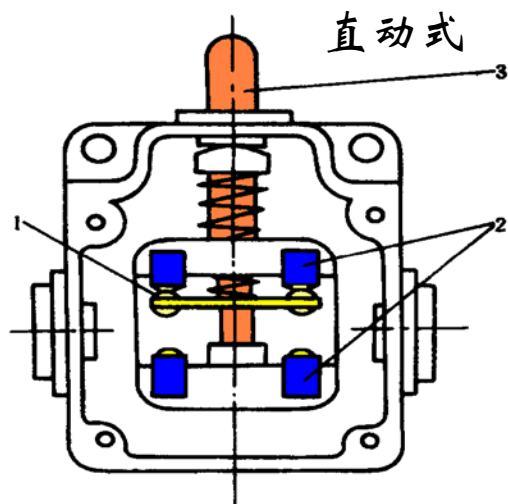


行程复合开关触点符号

□ **三部分**：操作头、触头系统、外壳

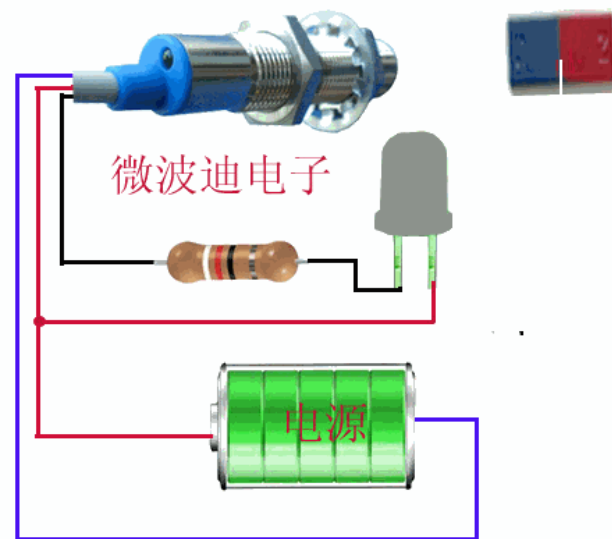
□ **种类**：按结构分为直动式、滚动式、微动式(行程小，精度高，触点容量较小)

行程开关(限位开关)- Travel Switch



接近开关

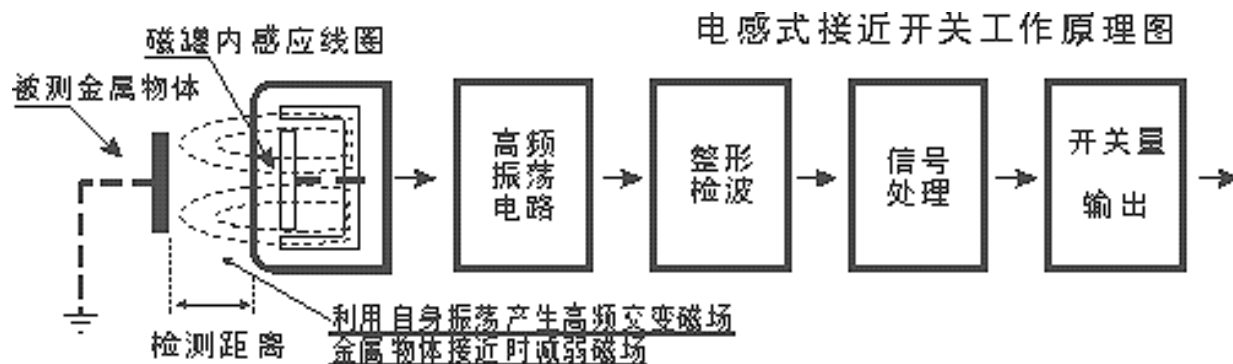
- **接近开关**是一种非接触式的检测装置，能检测金属物或非金属物（仅对光电式接近开关）存在与否，只要当运动的物体接近它一定距离时就能发出接近信号，以控制运动物体的位置。接近开关不等于行程开关，它具有计数作用。
- 类别：电磁感应式(电感式)、光电式。电磁感应式又有高频振荡型、电容型、电磁感应型、永磁型、磁敏元件型。



接近开关

□ 电感式接近开关

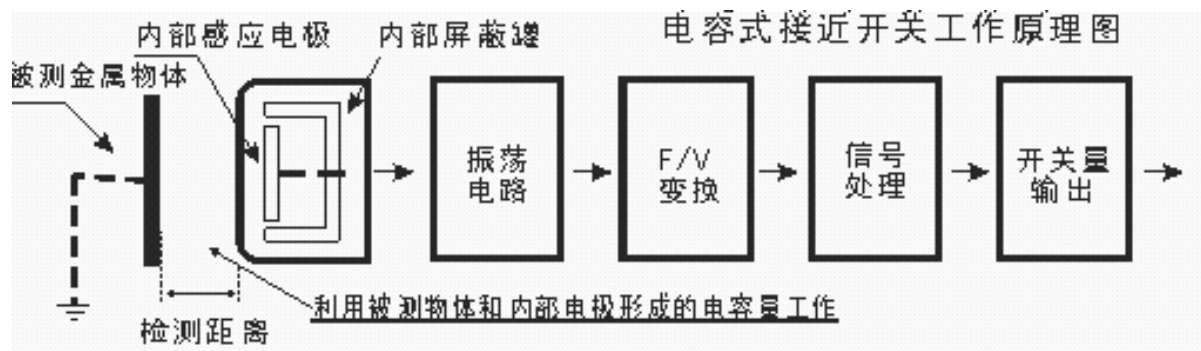
- 属于一种有开关量输出的位置传感器
- 它由LC高频振荡器和放大处理电路组成，利用金属物体在接近这个能产生电磁场的振荡感应头时，使**物体内部产生涡流**。这个涡流反作用于接近开关，使接近开关振荡能力衰减，内部电路的参数发生变化，由此识别出有无金属物体接近，进而控制开关的通或断。
- 这种接近开关所能检测的物体**必须是金属物体**。



接近开关

□ 电容式接近开关

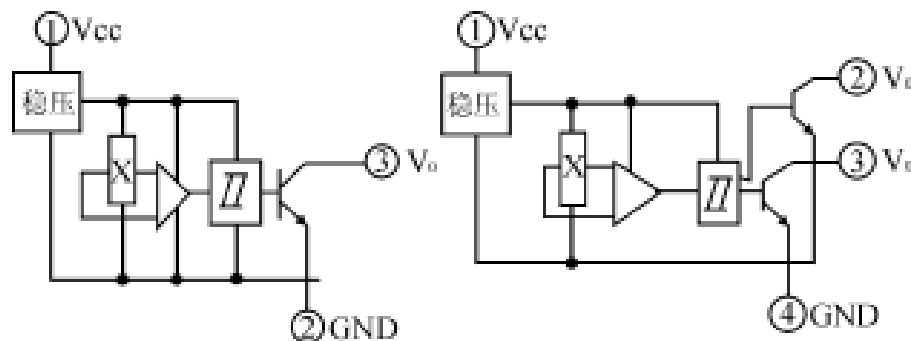
- 属于一种具有开关量输出的位置传感器。
- 它的测量头通常是构成电容器的一个极板，而另一个极板是物体的本身，当物体移向接近开关时，物体和接近开关的介电常数发生变化，使得和测量头相连的电路状态也随之发生变化，由此便可控制开关接通和关断。
- 这种接近开关的检测物体，**并不限于金属导体，也可以是绝缘的液体或粉状物体。**



接近开关

□ 霍尔式接近开关

- 当一块通有电流的金属或半导体薄片垂直地放在磁场中时，薄片的两端就会产生电位差(霍尔效应)。两端具有的电位差值称为霍尔电势 U ，霍尔效应的灵敏度高与外加磁场的磁感应强度成正比的关系。
- 霍尔开关具有无触电、低功耗、长使用寿命、响应频率高等特点，内部采用环氧树脂封灌成一体化，所以能在各类恶劣环境下可靠的工作。



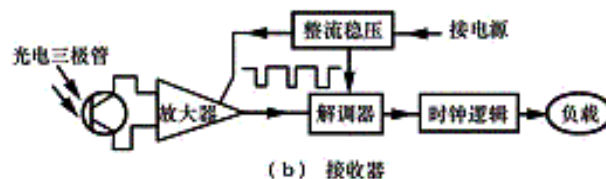
(a) 单OC输出

(b) 双OC输出

接近开关

□ 光电开关（光电传感器）- 光电接近开关

- 它利用被检测物对光束的遮挡或反射，由同步回路选通电路，从而检测物体有无的。物体不限于金属，所有能反射光线的物体均可被检测。
- 光电开关将输入电流在发射器上转换为光信号射出，接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测。
- 多数光电开关选用的是波长接近可见光的红外线光波型。
- 种类：漫反射式、镜反射式、对射式、槽式、光纤式



高压开关电器-高压断路器(QF)



高压开关电器-高压负荷开关(QL)



高压开关电器-高压隔离开关(QS)

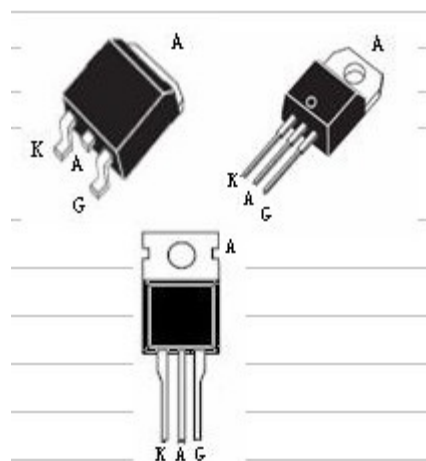
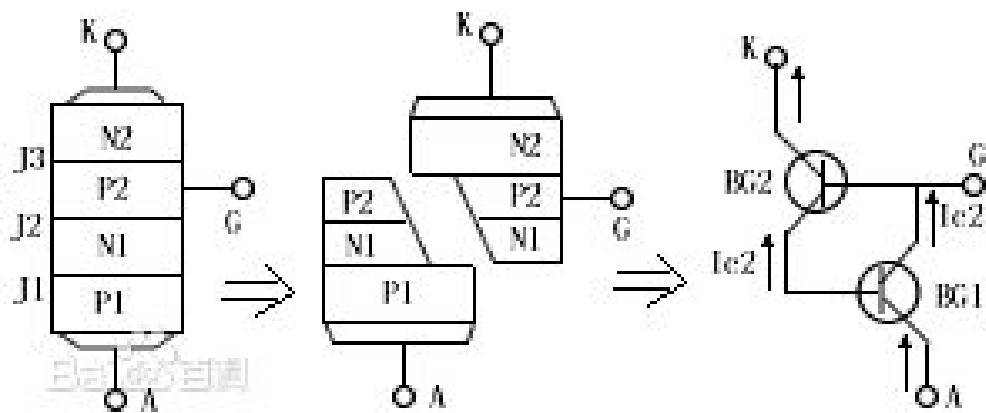


高压熔断器



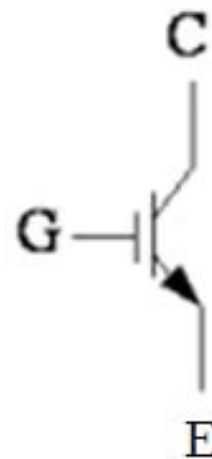
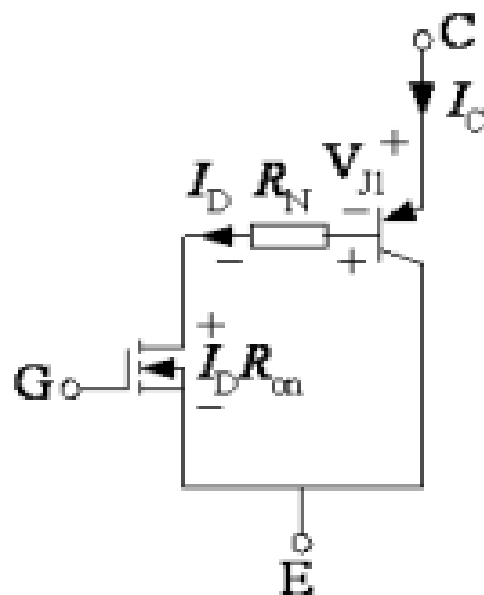
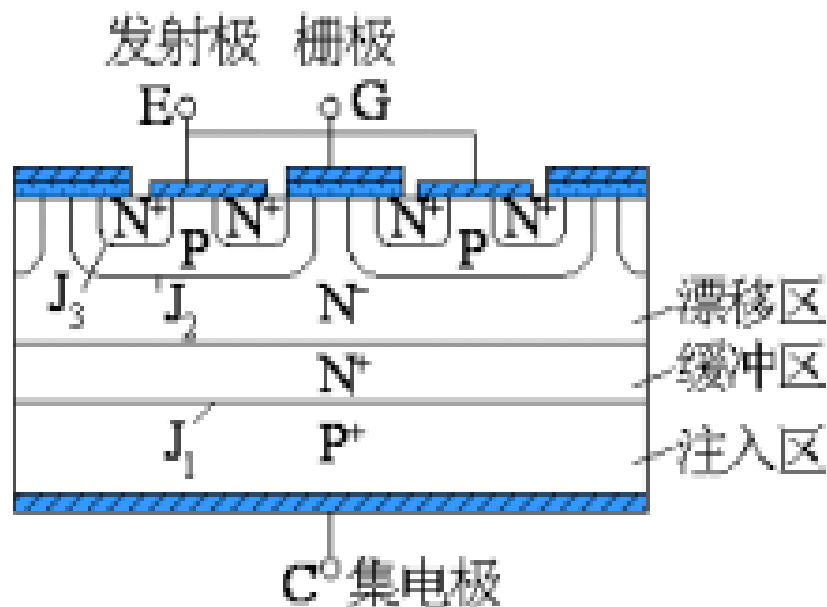
晶闸管 (Thyristor)

- 晶闸管是晶体闸流管的简称，又可称做可控硅整流器，在电路中用文字符号为“V”、“VT”表示
- 晶闸管是PNPN四层半导体结构，它有三个极：阳极，阴极和门极；
- 晶闸管具有硅整流器件的特性，能在高电压、大电流条件下工作，且其工作过程可以控制
- 广泛应用于可控整流、交流调压、无触点电子开关、逆变及变频等电子电路中。



绝缘栅双极晶体管 (IGBT)

- 由N沟道VDMOSFET与双极型晶体管组合而成
- IGBT综合了GTR和MOSFET的优点，因而具有良好的特性，IGBT是三端器件，具有栅极G、集电极C和发射极E。

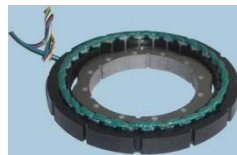


电机

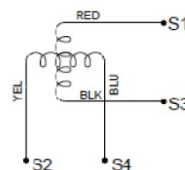
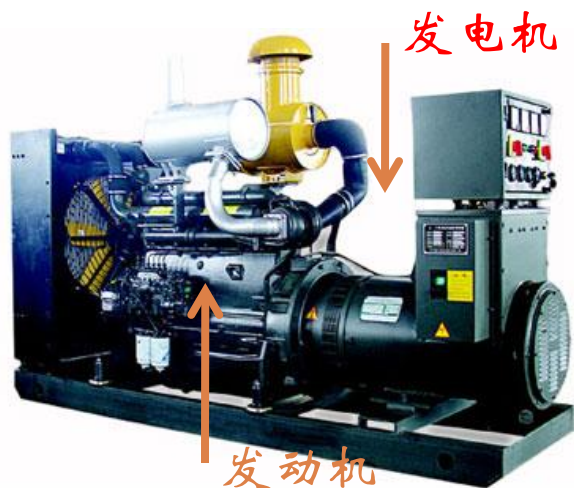
□ **电机**：是实现能量转换和信号转换的电磁装置。

▣ **控制电机**----实现信号的转换

■ 测速电机、伺服动机、自整角机、旋转变压器、步进电动机



▣ **动力电机**----实现能量的转换



电动机



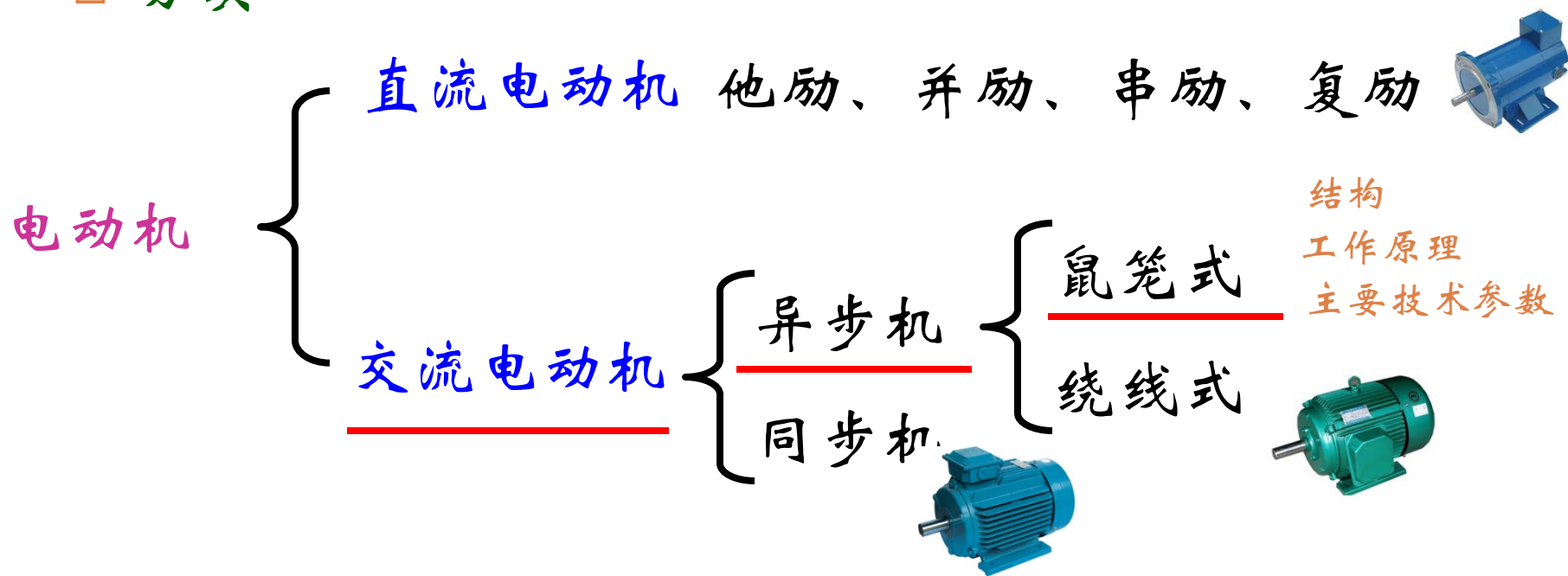
电动机



□ 电动机通常作为驱动与控制使用

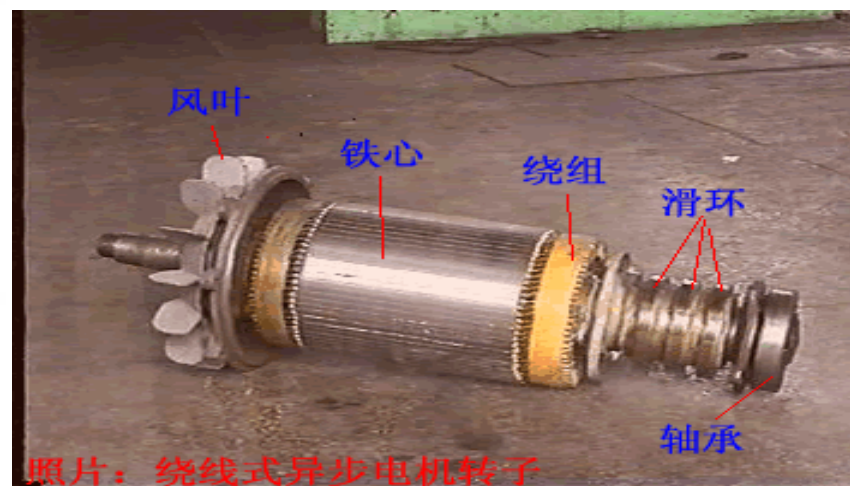
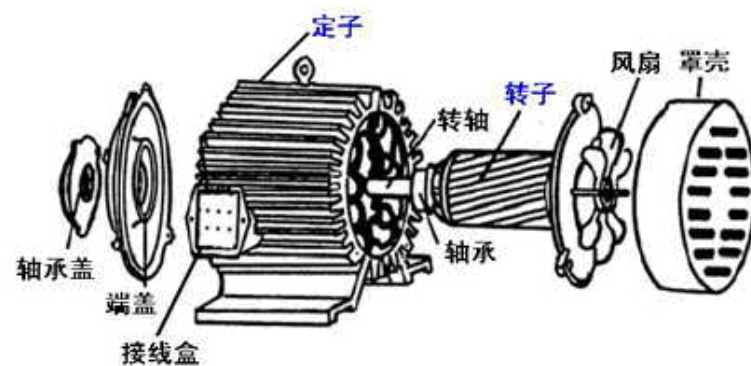
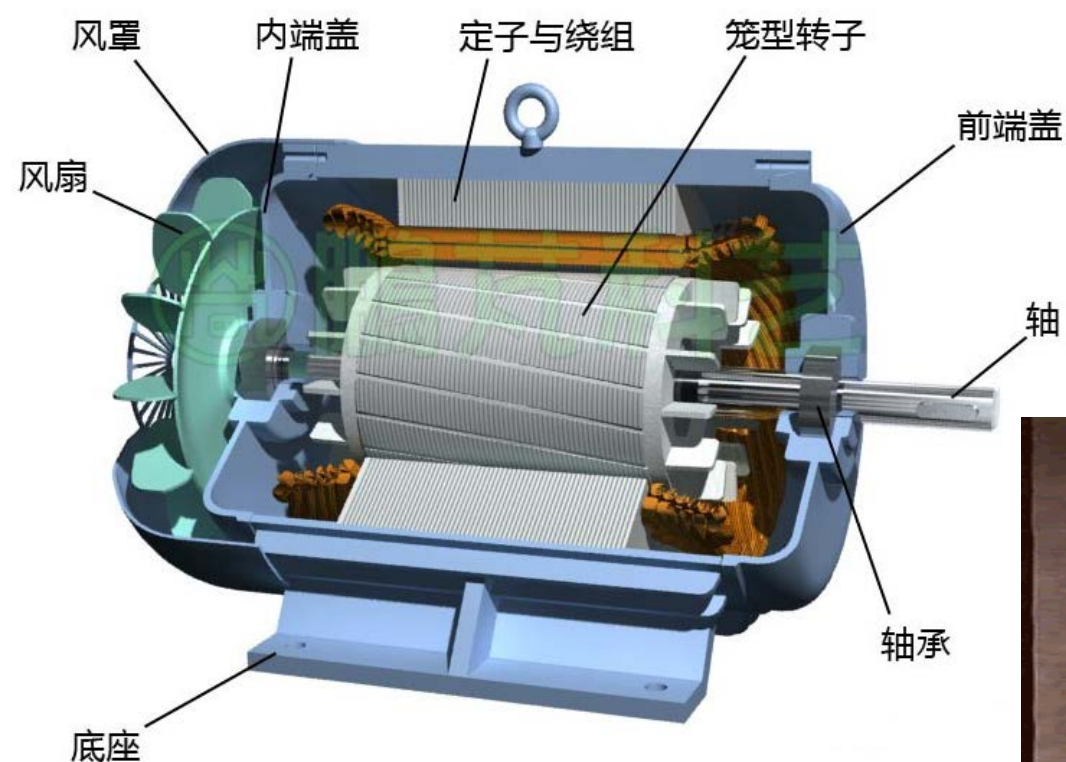
- ▣ 简化生产机械的结构，提高生产效率和产品质量。
- ▣ 可实现自动控制和远距离操作，减轻体力劳动。

□ 分类



三相异步电机之结构

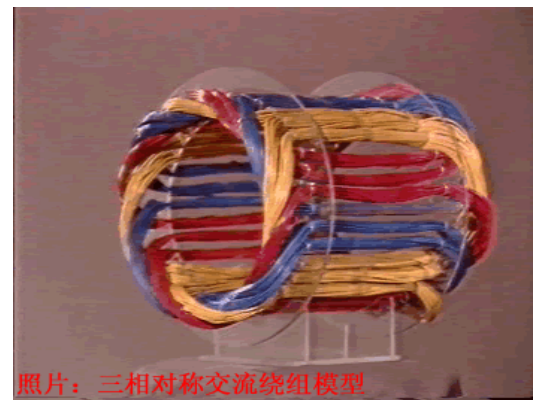
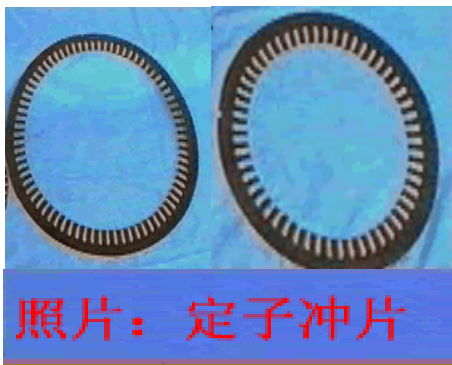
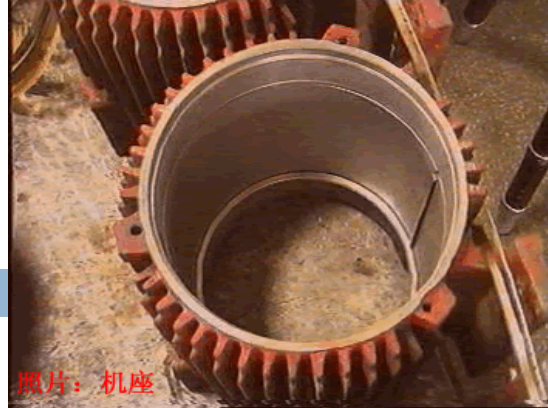
□ 结构：定子（固定部分）、气隙和转子（旋转部分）



三相异步电机之结构

□ 定子

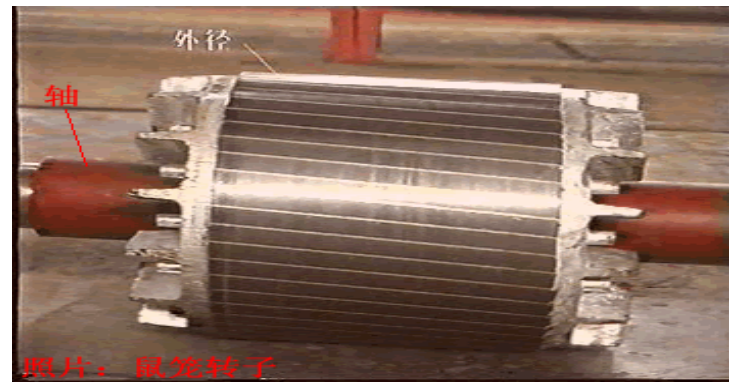
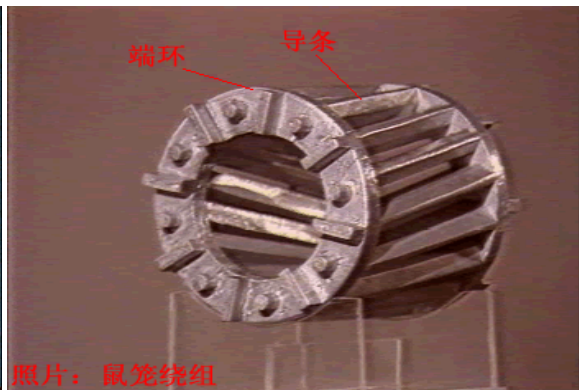
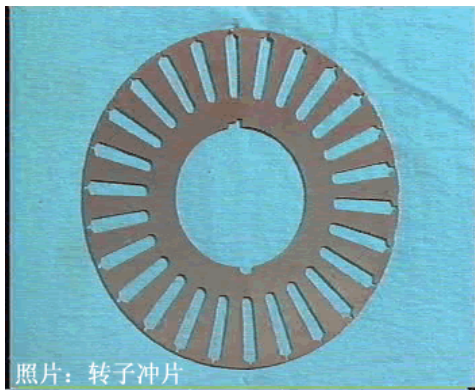
- 定子铁心是磁路的一部分，装在机座中
- 定子铁心用0.5mm硅钢片叠压，硅钢片两面涂绝缘漆
- 定子铁心内圆上开槽，槽内放置定子(电枢)绕组，绕组有Y与 Δ 接法
- 机座固定与支撑，有足够的机械强度和刚度
- 励磁电流是由定子电源提供的



三相异步电机之结构

□ 转子

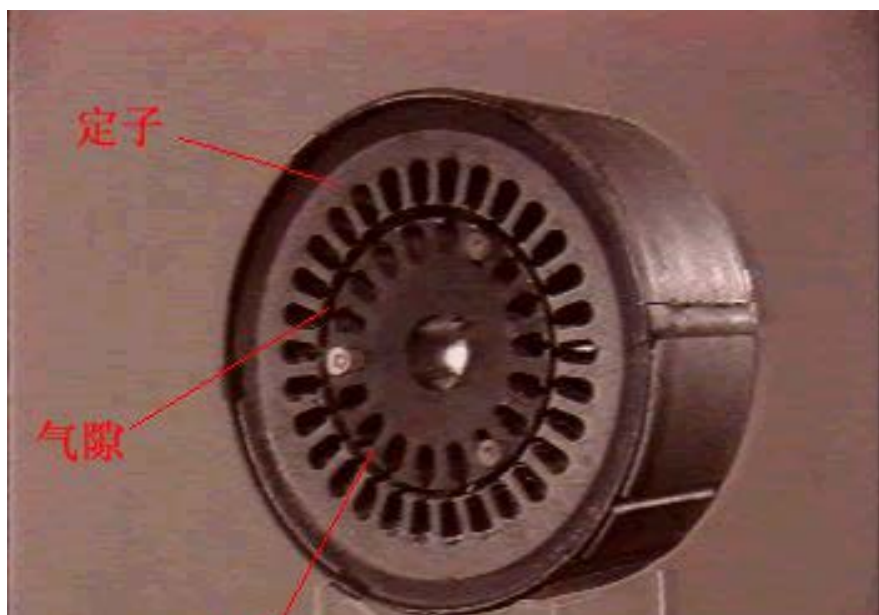
- 转子铁心是磁路的一部分，固定在转子支架上或转轴上
- 绕线转子的三条引线分别接到三个滑环上，用一套电刷装置引出来，可以将外接电路联到绕组回路中，从而改善特性或调速
 - 结构复杂、价格较贵、维护工作量大
- 鼠笼转子是自己短路的绕组：在转子的每个槽里放一根导体（铜或铝），每根导体比铁心长，在铁心的两端用两个端环把所有导条短路
 - 结构简单、价格低廉、工作可靠



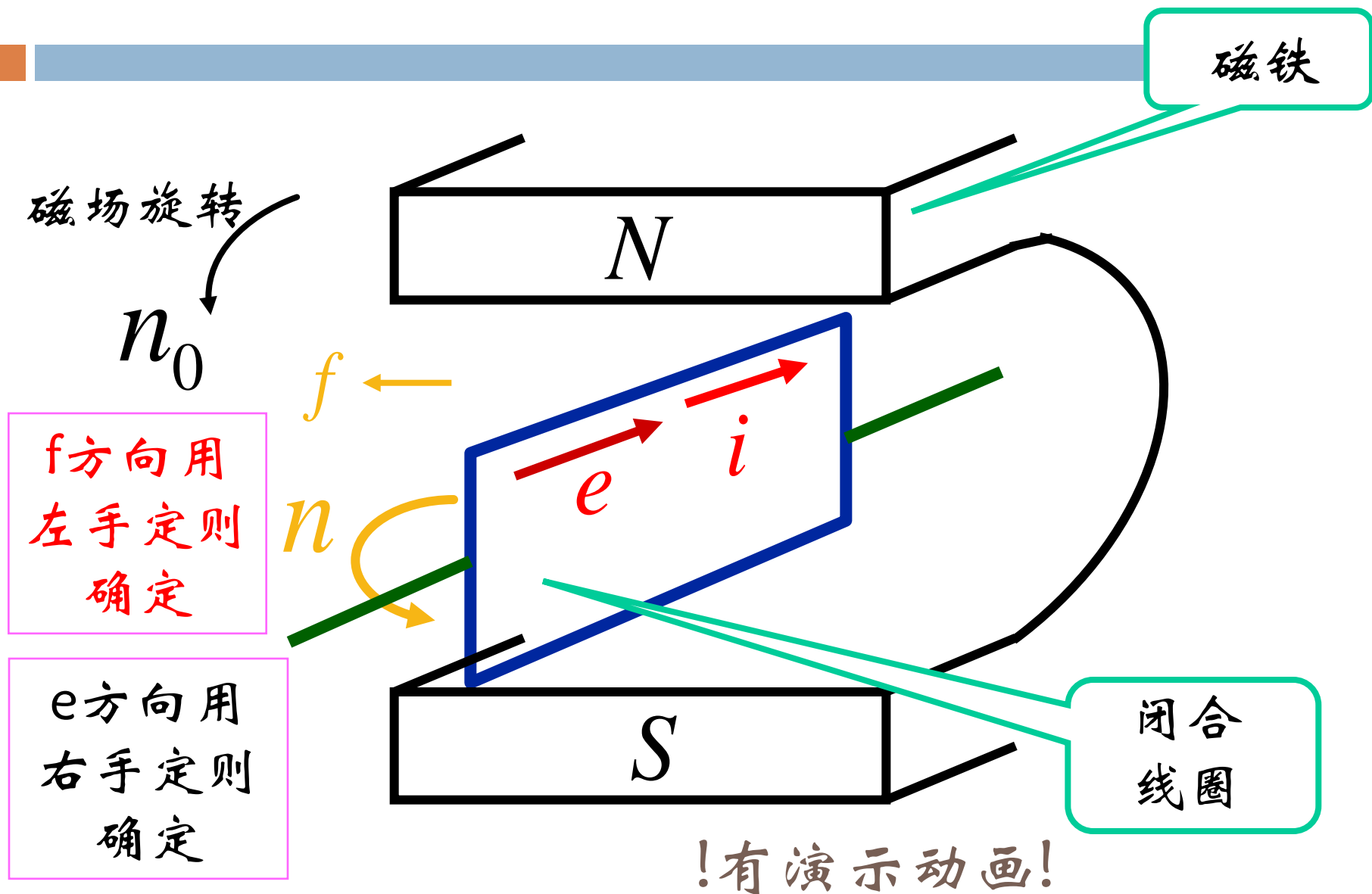
三相异步电机之结构

□ 气隙

- 气隙大，磁阻大，要求的励磁电流也大，影响电动机的功率因数
- 气隙大，减少附加损耗以及减少高次谐波磁通势产生的磁通
- 气隙过小，则容易引起定转子扫膛，以及由于附加损耗增加而使电机效率降低
- 气隙不均匀，使转子产生磁拉力，发生不平衡振动



三相异步电机之工作原理



三相异步电机之工作原理

磁极旋转



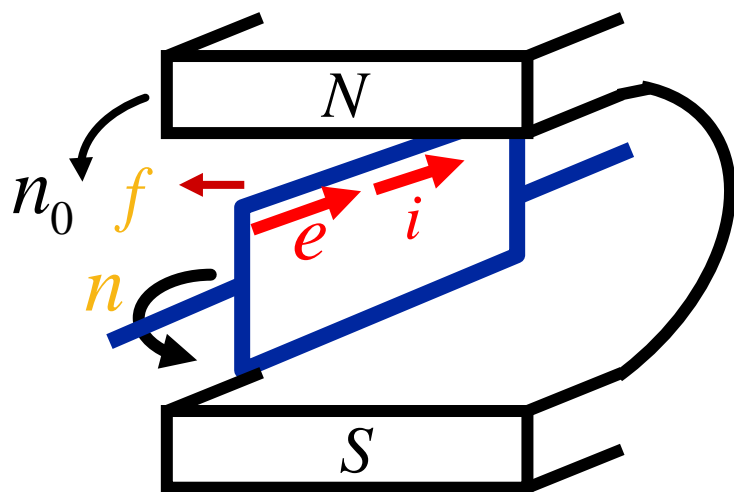
导线切割磁力线产生感应电动势

$$e = B \cdot l \cdot v \quad (\text{右手定则})$$

磁感应强度

导线长

切割速度



闭合导线产生电流 i

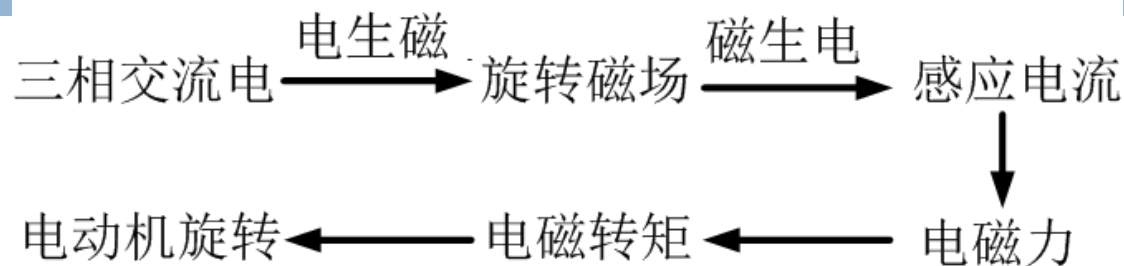


通电导线在磁场中受力

$$f = B \cdot l \cdot i \quad (\text{左手定则})$$

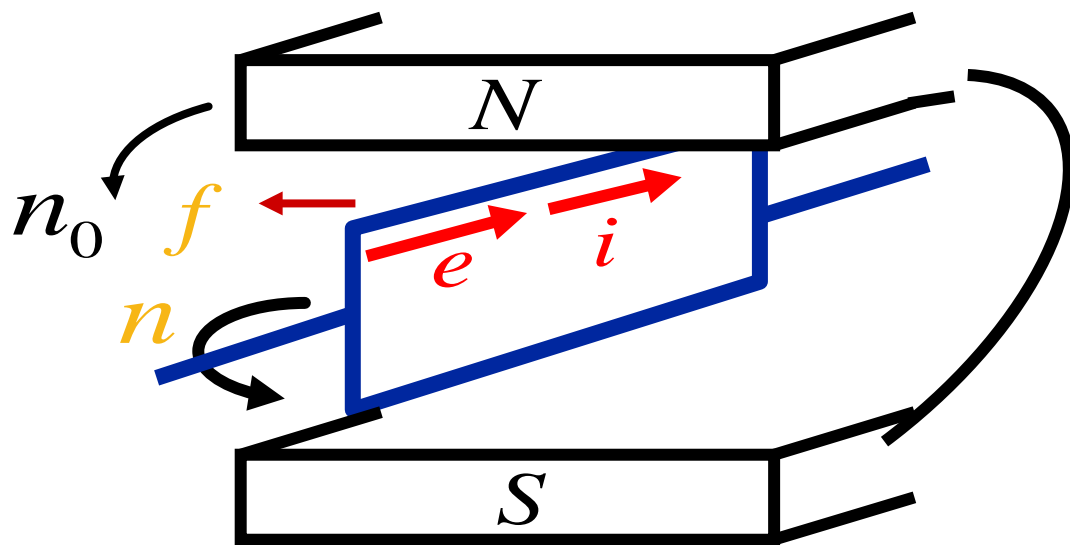
三相异步电机之工作原理

结论:



1. 线圈跟着磁铁转 → 两者转动方向一致

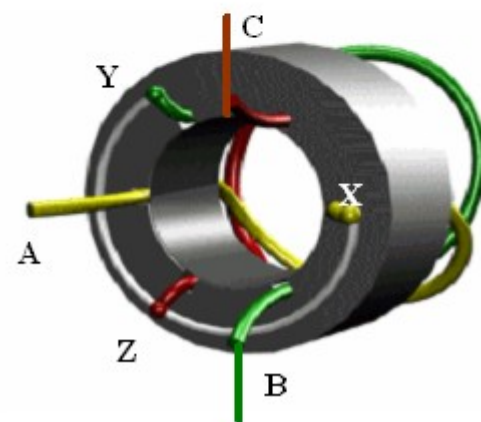
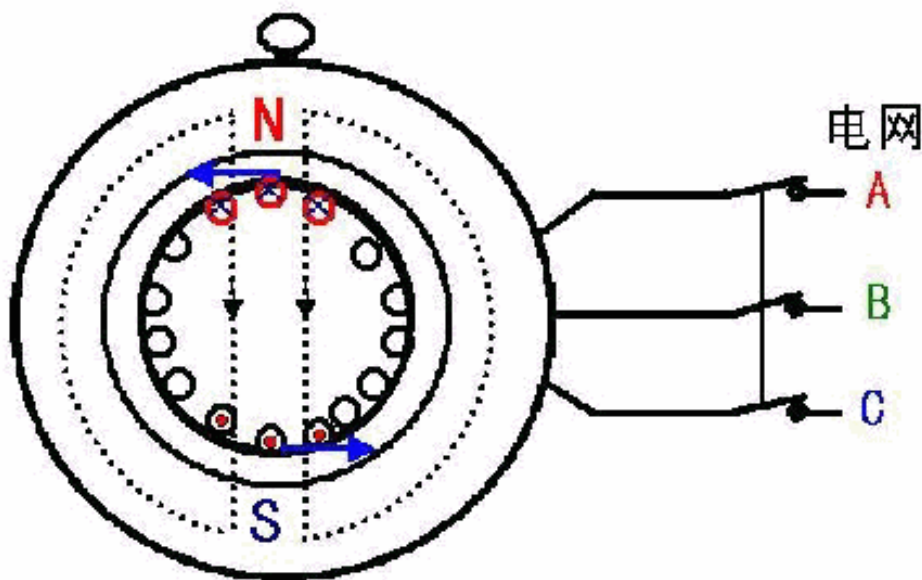
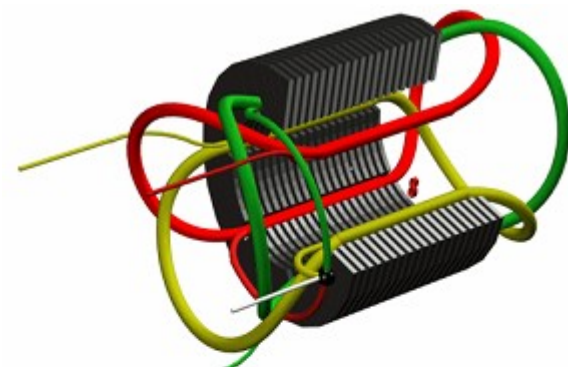
2. 线圈比磁场转得慢 $n < n_0$



异步

三相异步电机之转速问题

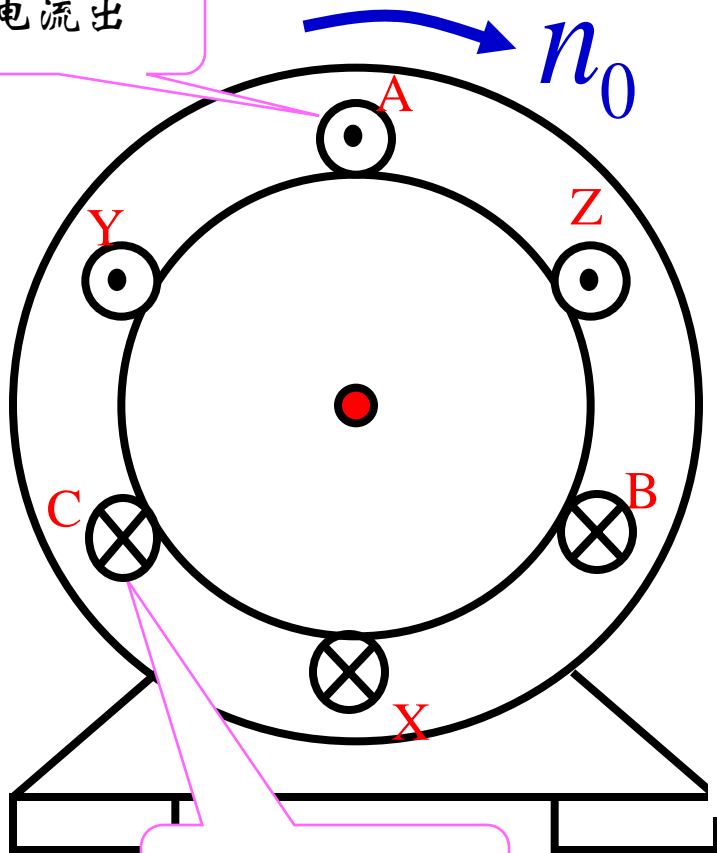
- 旋转磁场的产生
- 磁场旋转方向
- (同步)旋转磁场与电机转速



三相异步电机之转速问题

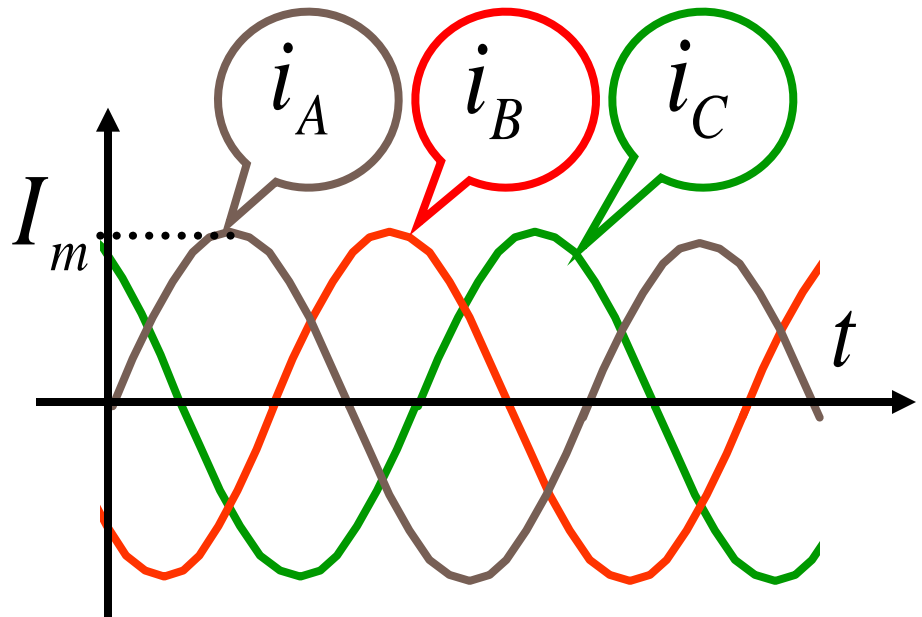
□ 旋转磁场的产生

(•) 电流出

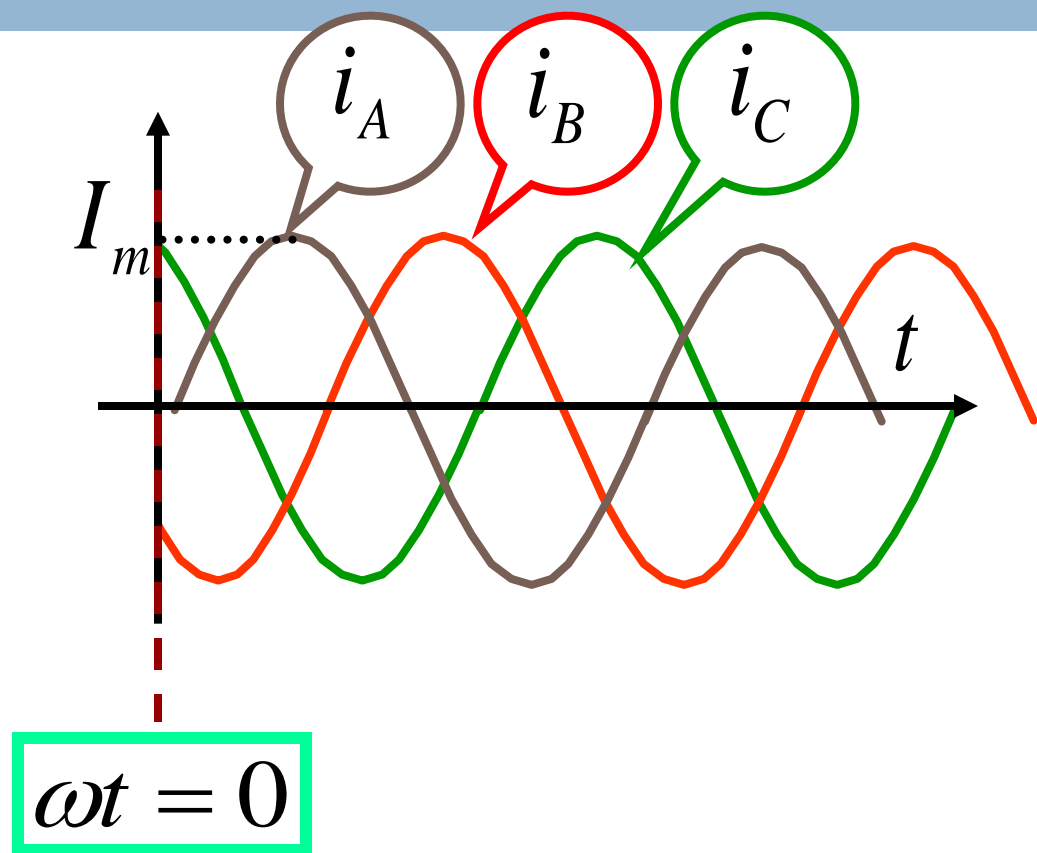
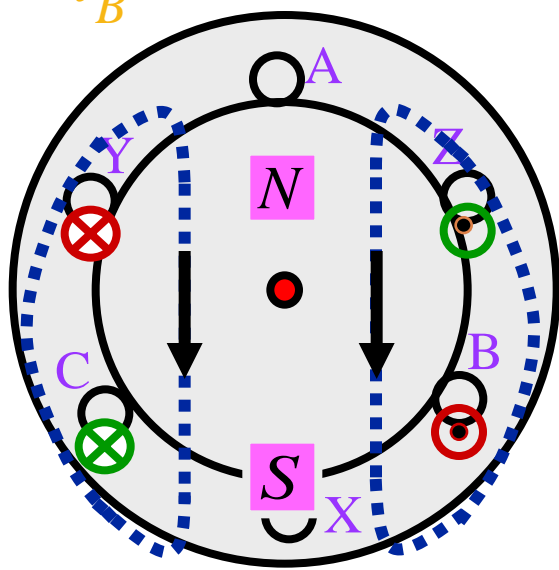
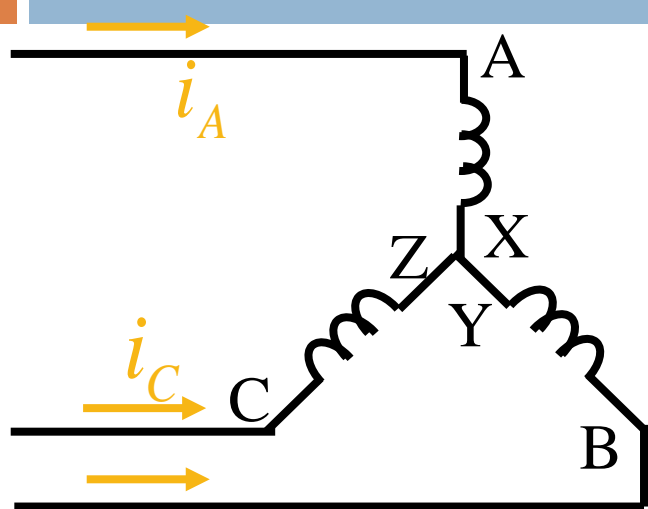


(×) 电流入

$$\begin{cases} i_A = I_m \sin \omega t \\ i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ i_C = I_m \sin(\omega t - 240^\circ) \end{cases}$$



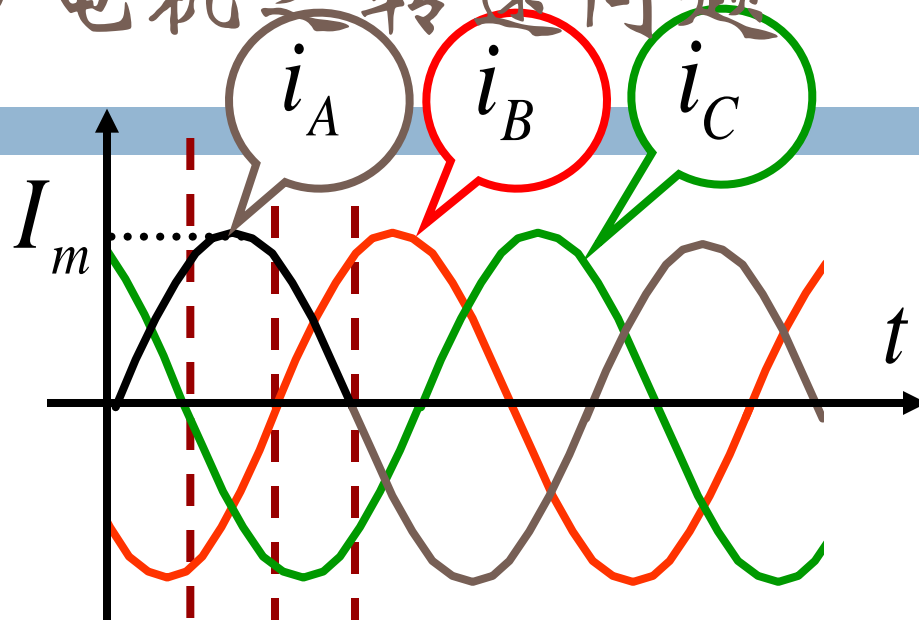
三相异步电机之转速问题



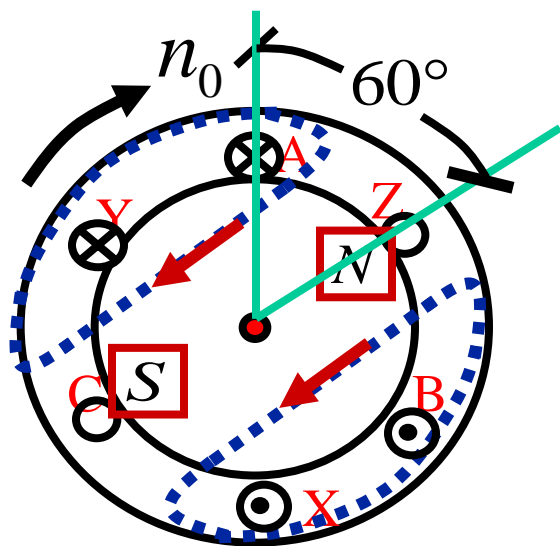
合成磁场方向：向下

三相异步电机之转速问题

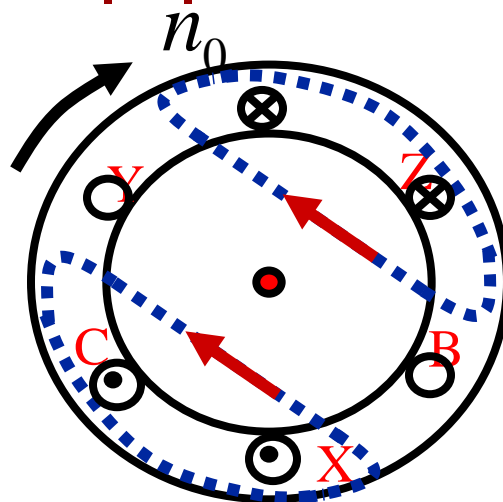
三相电流合成
磁场的分布



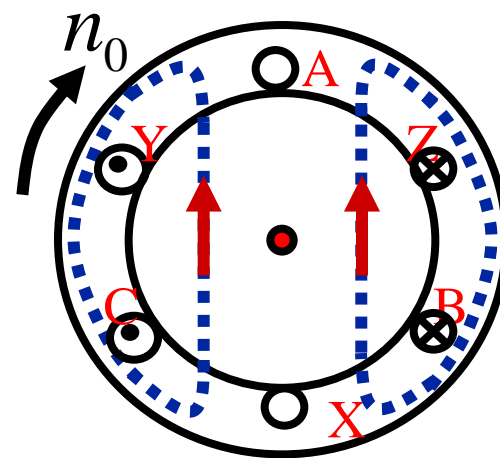
异步机中,
旋转磁场
代替了旋
转磁极



$$\omega t = 60^\circ$$



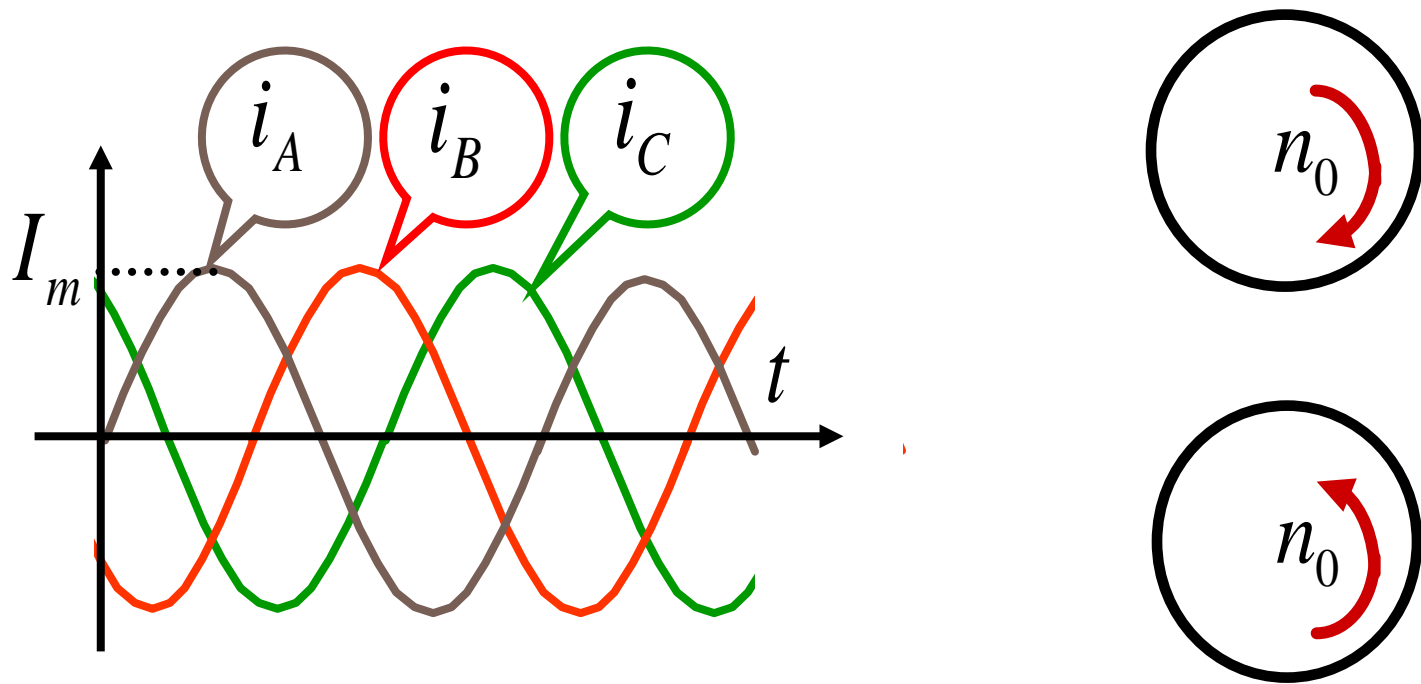
$$\omega t = 120^\circ$$



$$\omega t = 180^\circ$$

三相异步电机之转速问题

□ 磁场旋转方向：取决于三相电流的相序



改变电机的旋转方向：换接其中两相。

三相异步电机之转速问题

□ 旋转磁场的转速大小

一个电流周期，旋转磁场在空间转过 360°

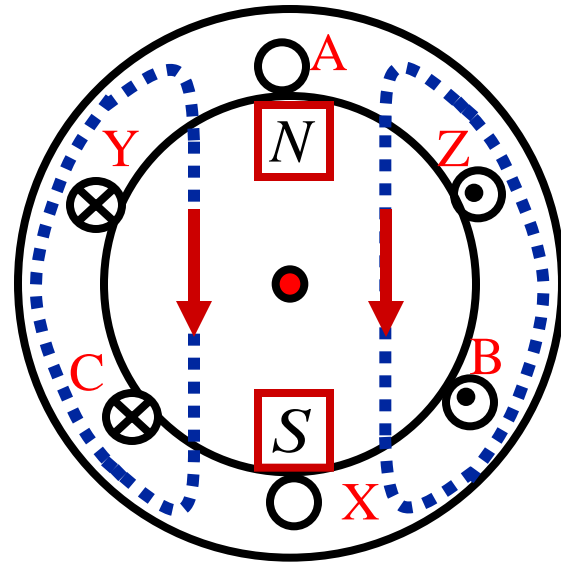
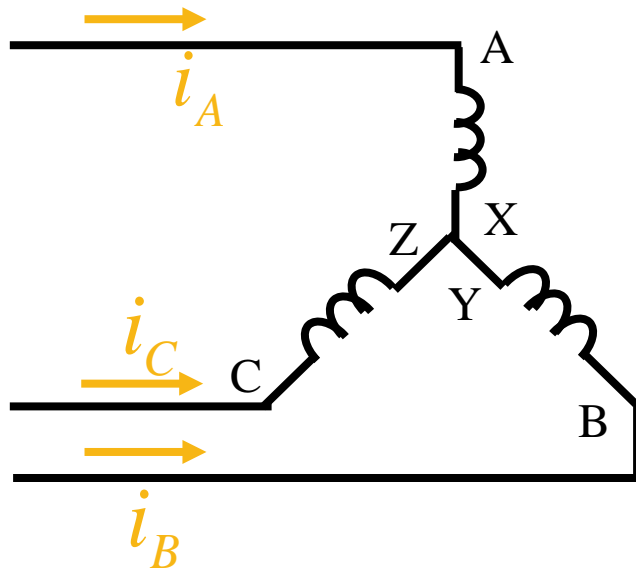
电流频率为 f ，则磁场 $1/f$ 秒旋转1圈，每秒旋转 f 圈。每分钟旋转：

同步转速 $n_0 = 60f$ (转/分)

$$f = 50\text{Hz}, n_0 = 3000\text{转/分}$$

三相异步电机之转速问题

□ 极对数 (p) 的概念



此种接法下，合成磁场只有一对磁极，则极对数为1。

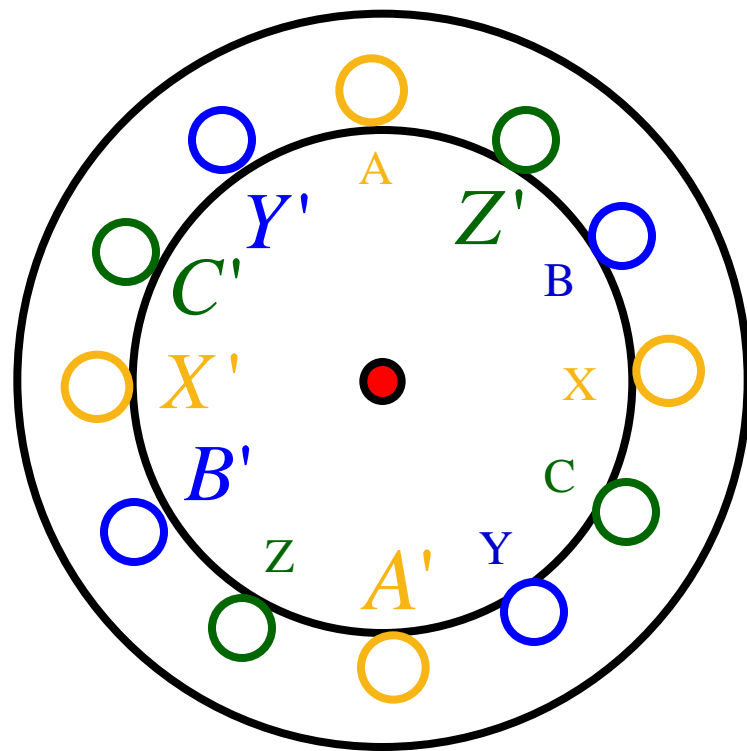
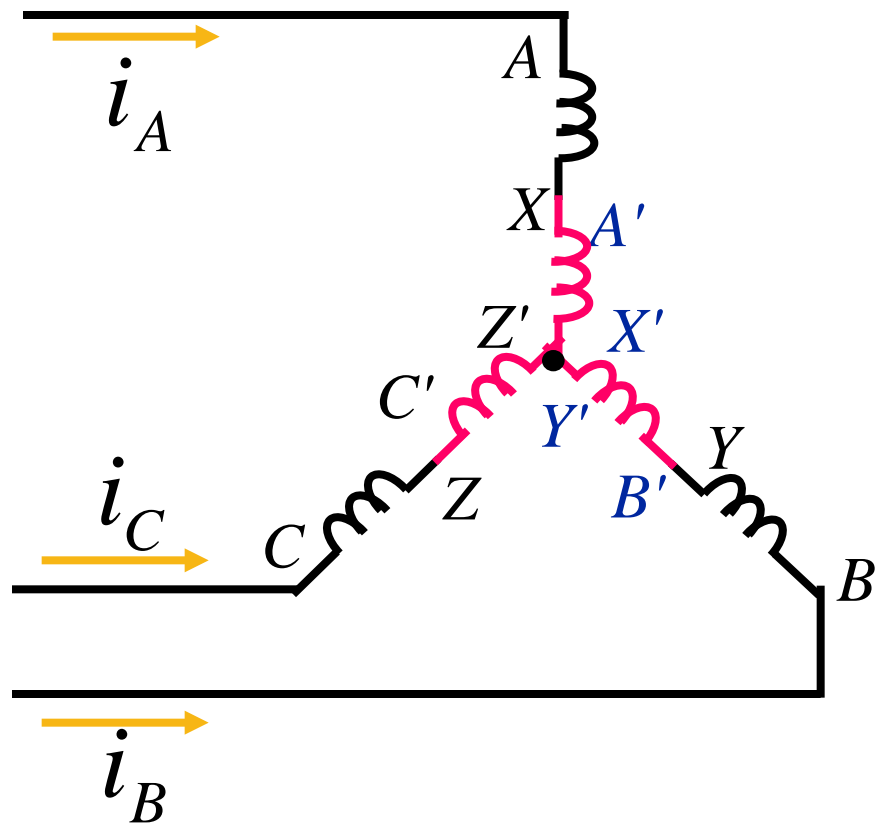
即：

$$p = 1$$

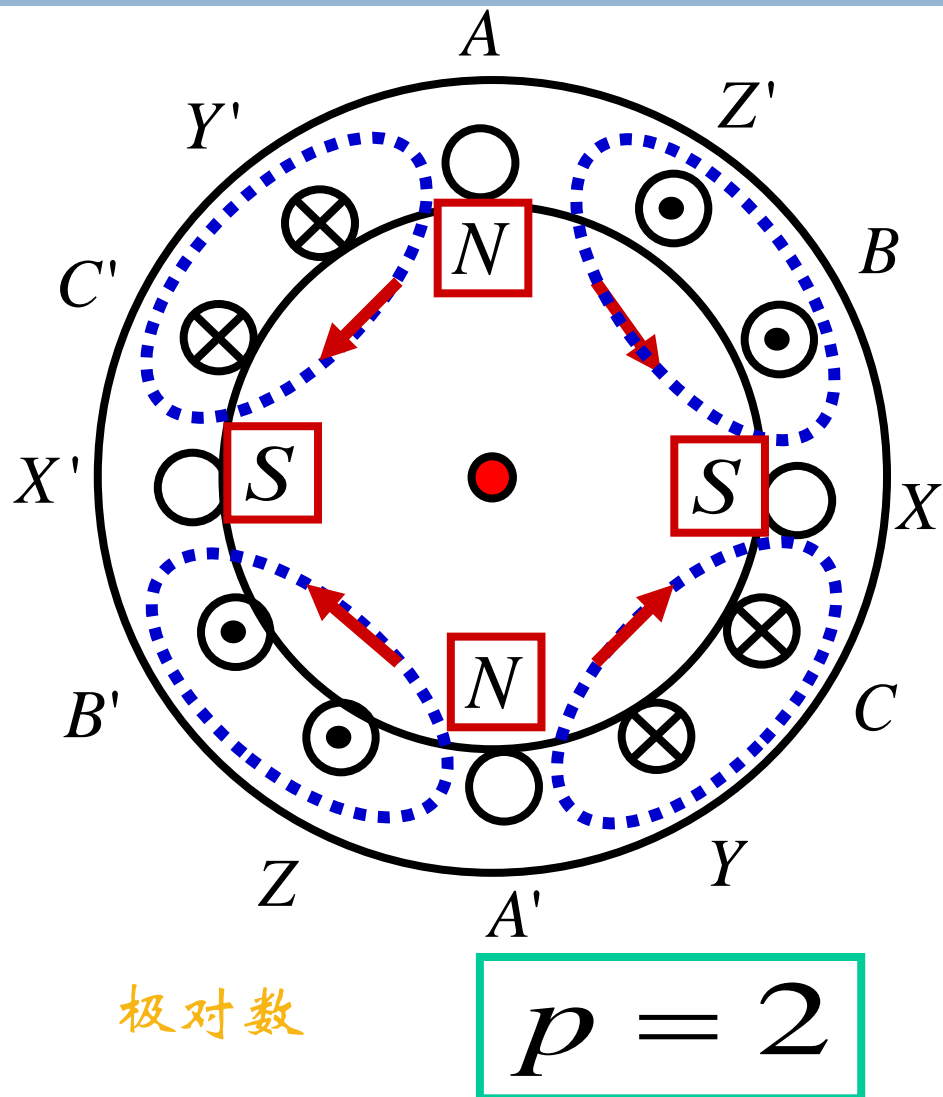
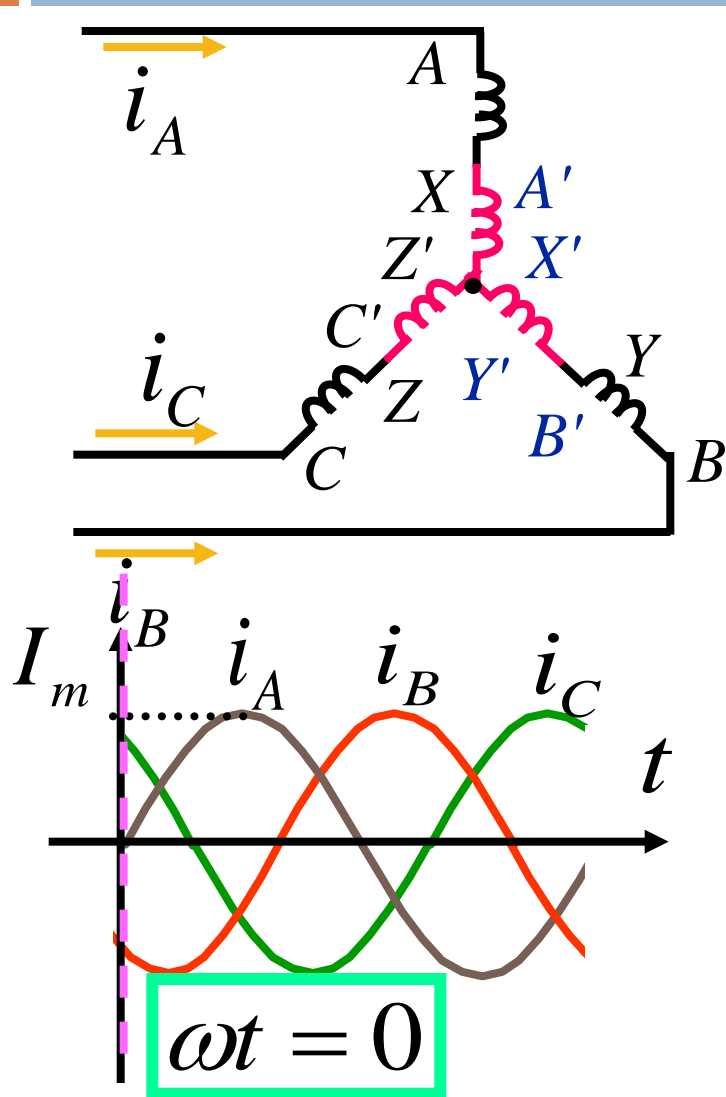
三相异步电机之转速问题

□ 极对数 (p) 的改变

将每相绕组分成两段，按右下图放入定子槽内。形成的磁场则是两对磁极。



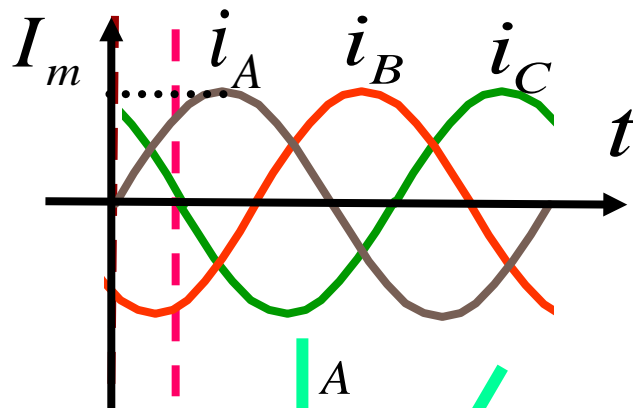
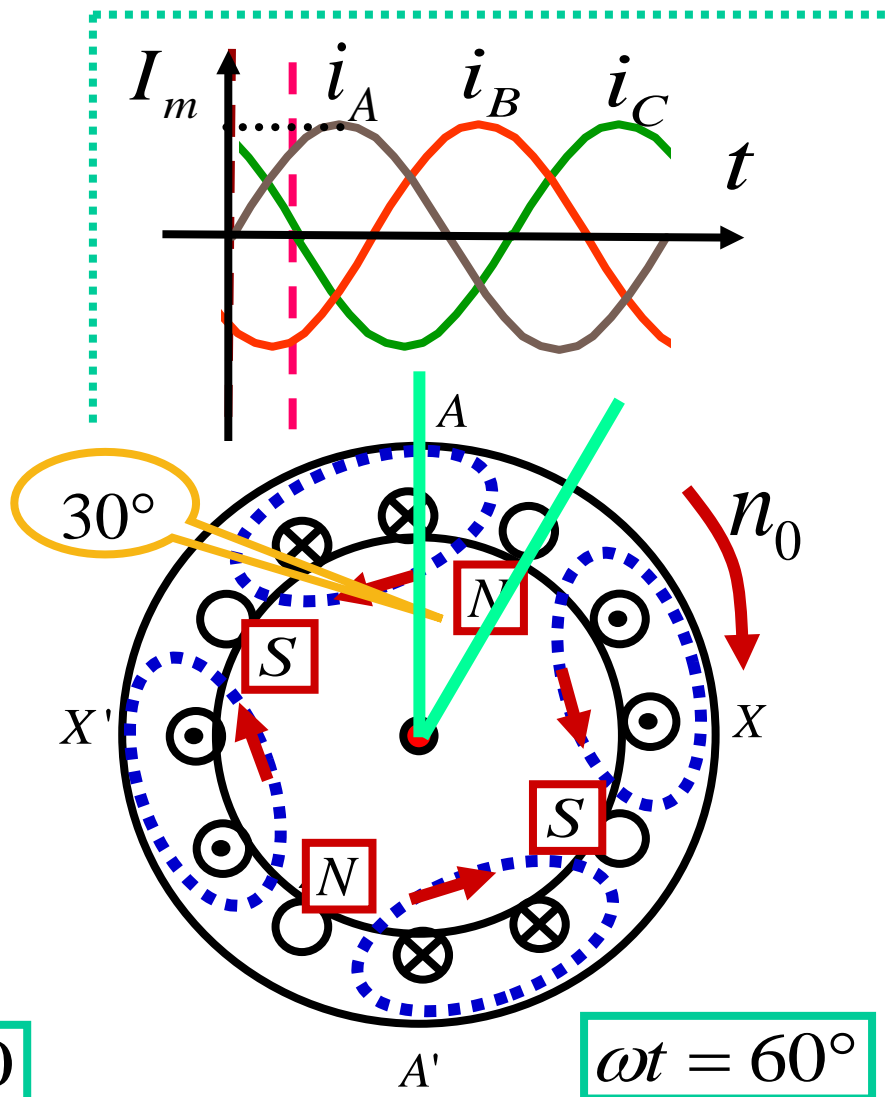
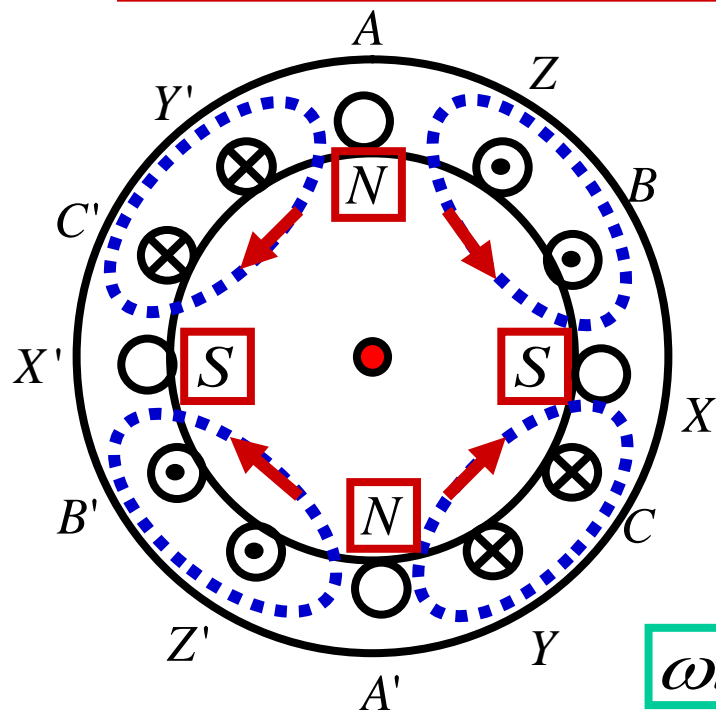
三相异步电机之转速问题



三相异步电机之转速问题

极对数和转速的关系

$$n_0 = \frac{60f}{p} \text{ (转/分)}$$



三相异步电机之转速问题

□ 旋转磁场转速 n_0 与极对数 p 的关系

$$n_0 = \frac{60f_1}{p} \text{ (转/分)}$$

极对数	每个电流周期 磁场转过的空间角度	同步转速 ($f_1 = 50\text{Hz}$)
$p = 1$	360°	3000 (转/分)
$p = 2$	180°	1500 (转/分)
$p = 3$	120°	1000 (转/分)
$p = 4$	90°	750 (转/分)

可见: 旋转磁场转速 n_0 与频率 f_1 和极对数 p 有关。

三相异步电机之转速问题


□ 电动机转速和旋转磁场同步转速的关系

电动机转速（额定转速）： n

电机转子转动方向与磁场旋转的方向一致，

但 $n < n_0$  异步电动机

提示：如果 $n = n_0$

 转子与旋转磁场间没有相对运动

 无转子电动势（转子导体不切割磁力线）

 无转子电流  无转距

三相异步电机之转速问题

□ 转差率 s 的概念

转差率为旋转磁场的同步转速和电动机转速之差。

$$s = \left(\frac{n_0 - n}{n_0} \right) \times 100\%$$

电动机起动瞬间: $n = 0, \quad s = 1$ (转差率最大)

转子最大转速 $n \rightarrow n_0, \quad s \rightarrow 0$ (转差率最小)

s 的范围 $0 < s \leq 1$

异步电机运行中: $s = 1 \sim 9\%$

三相异步电机之转速问题

$$n_0 = \frac{60f_1}{p} \text{ (转/分)}$$

$$s = \left(\frac{n_0 - n}{n_0} \right) \times 100\%$$



$$f_1 = \frac{n_0}{60} p$$

转子感生电流的频率：

$$f_2 = \frac{n_0 - n}{60} p = \frac{n_0 - n}{n_0} \times \frac{n_0}{60} p = sf_1$$

三相异步电机之转速问题

$$s = \left(\frac{n_0 - n}{n_0} \right)$$

- 例：三相异步电动机 $p=3$ ，电源 $f_1=50\text{Hz}$ ，电机额定转速 $n=960\text{r/min}$ 。求：转差率 s ，转子电动势的频率 f_2 。

同步转速：
$$n_0 = \frac{60 f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{r/min}$$

转差率：
$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0.04$$

$$f_2 = s f_1 = 0.04 \times 50 = 2\text{Hz}$$



三相异步电机技术参数----铭牌数据

□ 铭牌示例

三相异步电动机			
型号 Y100L-2		编号	
2.2 KW	380 V	6.4 A	接法 Y
2870 r/min	LW 79	dB (A)	B 级绝缘
防护等级 IP44	50 Hz	工作制 S1	kg
标准编号 ZBK22007-86		2001 年	月 日
杰飞机电制造有限公司 afdchina.com.cn			

三相异步电机技术参数----铭牌数据

□ 型号 Y 100 L ? - 2

$$n_0 = \frac{60f}{p} \text{ (转/分)}$$

100: 机座中心高 L: 机座长度代号

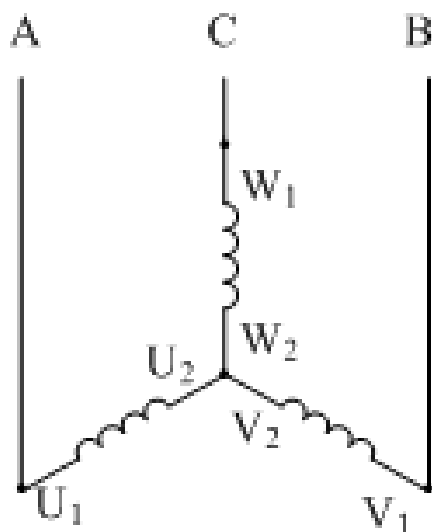
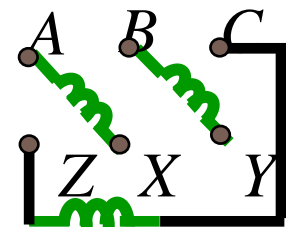
? : 铁心长度代号 2: 磁极数(极对数 $p=1$)

同步转速3000转/分

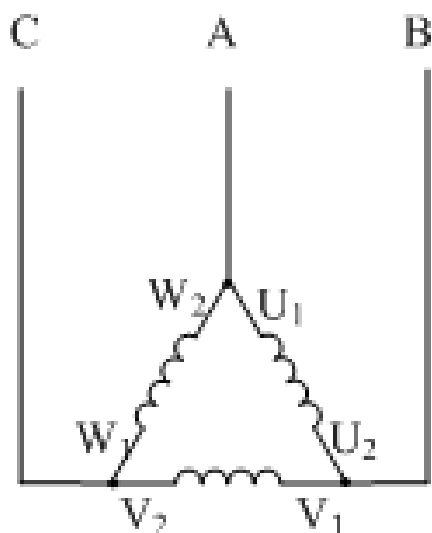
产品名称	新代号	汉字意义	老代号
异步电动机	Y	异	J、JO
绕线式异步电动机	YR	异绕	JR、JRO
防爆型异步电动机	YB	异爆	JB、JBO
高起动转矩异步电动机	YQ	异起	JQ、JQO

技术参数之接法

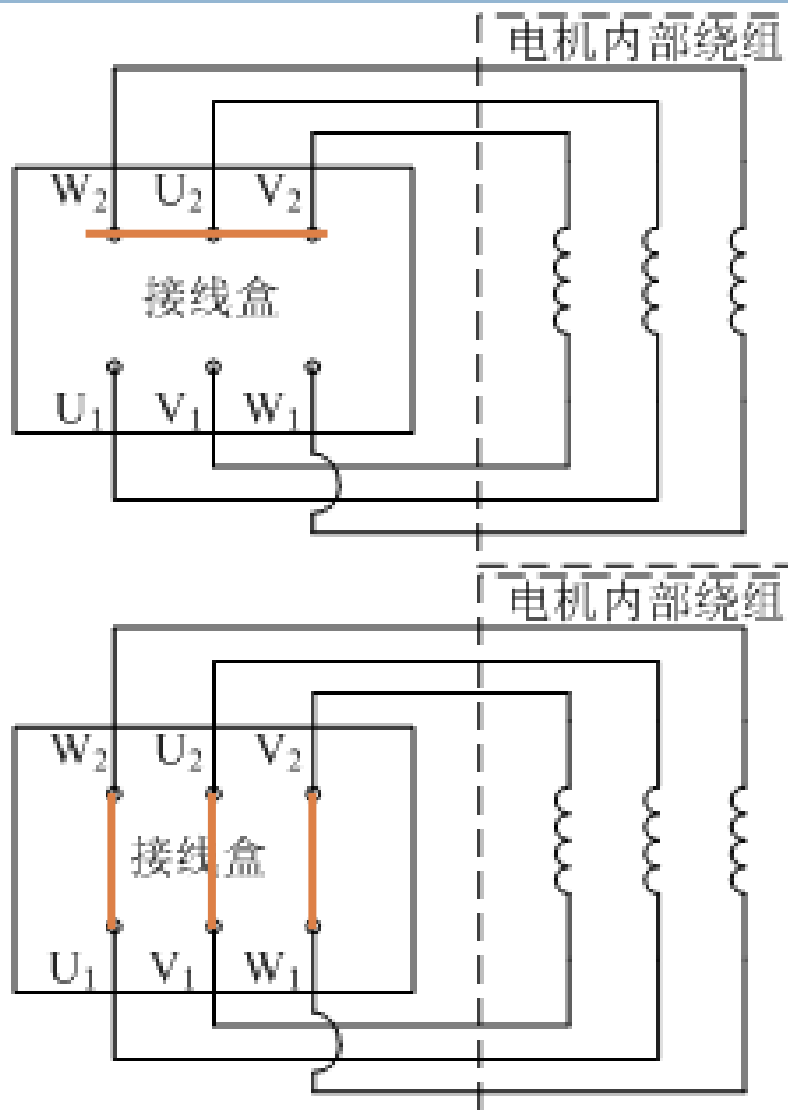
另一种接线盒：



Y接法

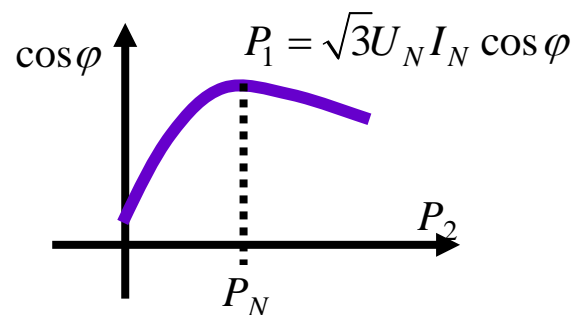


Δ接法



三相异步电机技术参数----铭牌数据

- 额定电压：定子绕组在指定接法下应加的线电压，一般规定电动机的运行电压不能高于或低于额定值 5 %
 - 铭牌示例的额定电压380V.再例：380/220 Y/ Δ 是指：线电压为380V时采用Y接法；线电压为220V时采用 Δ 接法。
- 额定电流：定子绕组在指定接法下的线电流。
 - Δ / Y 11.2A/6.4A表示三角接法下，电机线电流为11.2A，相电流为6.4A；星形接时线、相电流均为6.4A。
- 额定功率：在额定运行时轴上输出的功率 P_2 。它是不等于从电源吸收的功率 P_1 。两者的关系为： $P_2 = \eta \times P_1$
- 功率因数 $\cos\varphi$ ：额定负载时一般为0.7 ~ 0.9，空载时很低约为0.2 ~ 0.3。额定负载时，最大。应选择合适容量的电机，防止“大马”拉“小车”的现象。



三相异步电机技术参数----铭牌数据

- 转速 n 与转差率 s
若 $n=2870\text{r/min}$, 则
$$s = \frac{3000 - 2870}{3000} = 0.0433$$
- LW是声功率级, 也被称作电机的总噪声等级, 其单位是dB
 - ▣ 数字表示式为 $L_w=10\lg(W/W_0)$, LW值越小表示电动机运行的噪声越低
 - ▣ 基准声功率必须指明, 常用基准声功率 W_0 为10-12W。
- 绝缘等级与温升: 根据不同绝缘材料耐受高温的能力, 规定了7个允许的最高温度: Y、A、E、B、F、H和C, 分别对应: 90、105、120、130、155、180和 $1\backslash 0^{\circ}\text{C}$ 以上。
 - ▣ 例: B级绝缘----采用的绝缘耐热温度为 130°C 。
- 防护等级 (International Protection) : IEC制定 IPXX

尘 湿
↑ ↑

三相异步电机技术参数计算

□ **例:** 一台 Y225M-4 型的三相异步电动机, 定子绕组 \triangle 型联结, 其额定数据为: $P_{2N}=45\text{kW}$, $n_N=1480\text{r/min}$, $U_N=380\text{V}$, $\eta_N=92.3\%$, $\cos\phi_N=0.88$, $I_{\text{st}}/I_N=7.0$, $T_{\text{st}}/T_N=1.9$, $T_{\text{max}}/T_N=2.2$, 求: 1) 额定电流 I_N ? 2) 额定转差率 s_N ?

□ 3) 额定转矩 T_N 、最大转矩 T_{max} 和起动转矩 T_{st} ?

□ 解: 1)

$$P_{2N} = P_{1N} \times \eta_N = \sqrt{3}U_N I_N \eta_N \cos\phi_N$$

$$I_N = \frac{P_{2N} \times 10^3}{\sqrt{3}U_N \cos\phi_N \eta_N} = \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.88 \times 0.923} = 84.2 \text{ A}$$

三相异步电机技术参数计算

2) 由 $n_N = 1480 \text{ r/min}$, 可知 $p=2$ (四极电动机)

$$n_0 = 1500 \text{ r/min} \quad s_N = \frac{n_0 - n}{n_0} = \frac{1500 - 1480}{1500} = 0.013$$

3) $P_{2N} = 2\pi \cdot \frac{n_N}{60} T_N \Rightarrow T_N = 60 P_{2N} / 2\pi n_N = 9.554 P_{2N} / n_N \text{ (kW} \cdot \text{min/r)}$

每秒
种转
过的
角度

$$T_N = 9550 \frac{P_{2N}}{n_N} = 9550 \times \frac{45}{1480} = 290.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{\max} = \left(\frac{T_{\max}}{T_N} \right) T_N = 2.2 \times 290.4 = 638.9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{\text{st}} = \left(\frac{T_{\text{st}}}{T_N} \right) T_N = 1.9 \times 290.4 = 551.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

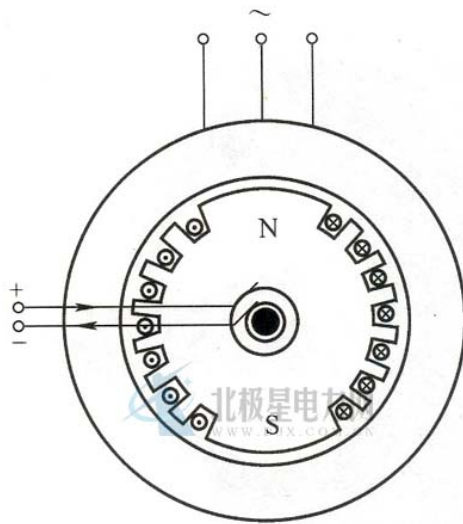
三相同步电机

- 同步电机的运行特点是转子的旋转速度与定子磁场的旋转速度严格同步
- 普通的同步电机与异步电机的根本区别是转子侧装有磁极并通入直流电流励磁，因而具有确定的极性
- 同步电机主要用于发电，也可以作为电动机运行，通过调节励磁电流来改变功率因数，即调相机。

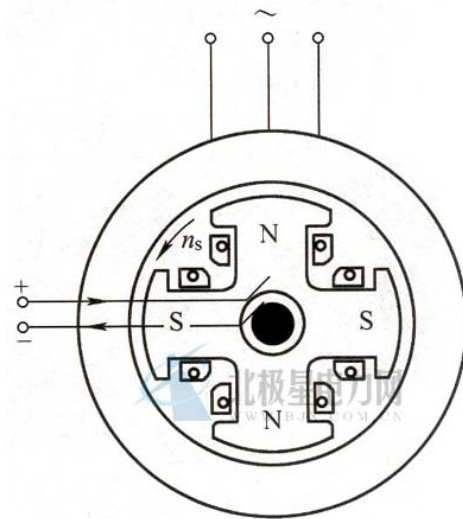


三相同步电机

- 同步电机有旋转电枢和旋转磁极两种结构。旋转电枢式结构只用于小容量电机，一般同步电机都采用旋转磁极结构。
- 根据旋转磁极结构中磁极的形状不同可分为隐极和凸极两种形式。



隐极式



凸极式

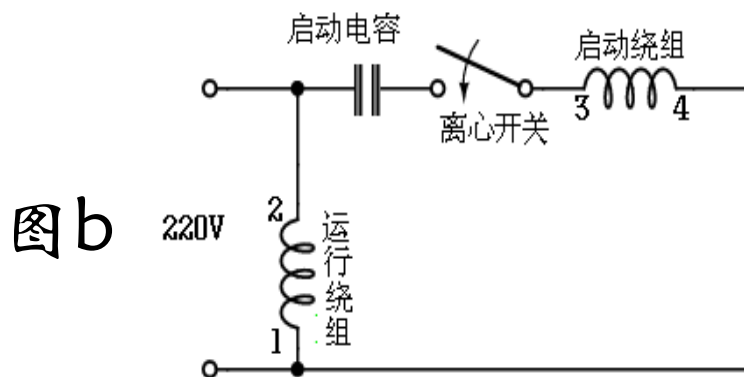
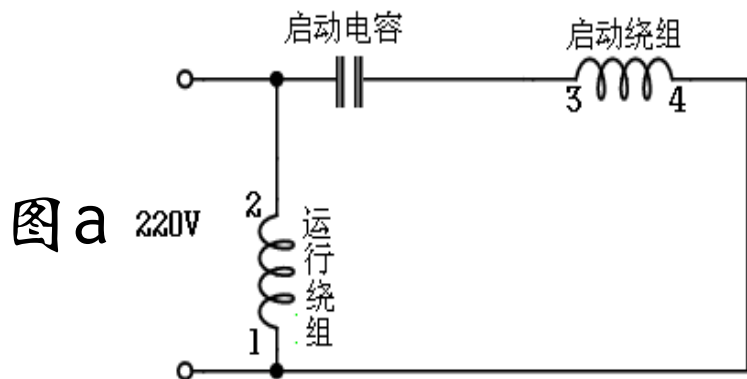
单相电机

- 指用单相交流电源（AC220V）供电的小功率单相异步电动机，这种电机通常在定子上有两相绕组，转子是普通鼠笼型。
- 单相异步电机一般为小容量的电动机，从几瓦到几百瓦；这种异步电机结构简单、成本低廉、运行可靠，因此被广泛用于电风扇、洗衣机、电唱机、吸尘器、医疗器械及自动控制装置中。



单相电机之启动

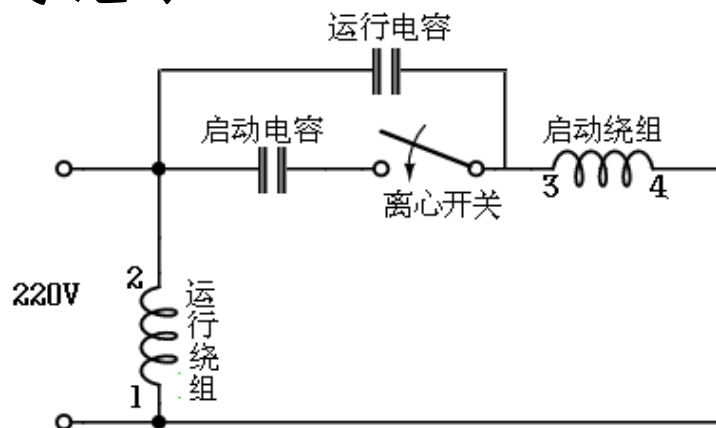
- 分相启动式，图（a）所示，由辅助启动绕组来辅助启动，其启动转矩不大，运转速率大致保持定值。



- 电机静止时离心开关是接通的，给电后启动电容参与启动工作，当转子转速达到额定值的70%至80%时离心开关便会自动跳开，启动电容完成任务，并被断开。启动绕组不参与运行工作，而电动机以运行绕组线圈继续动作，如图（b）。

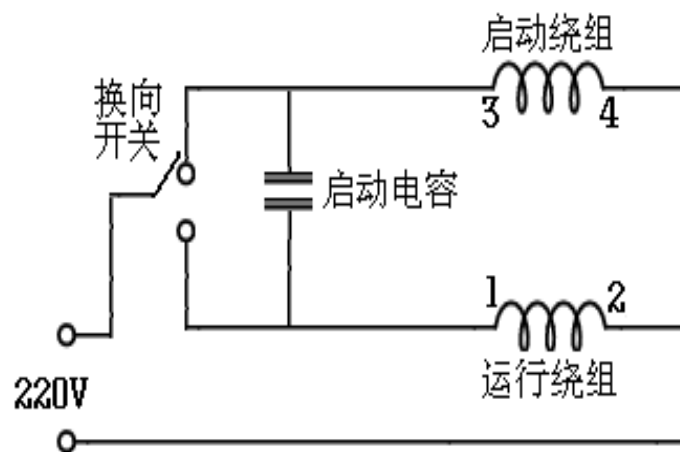
单相电机之运行

- 电机静止时离心开关是接通的，给电后启动电容参与启动工作，当转子转速达到额定值的70%至80%时离心开关便会自动跳开，启动电容完成任务，并被断开。而运行电容串接到启动绕组参与运行工作。
- 双值电容电机，启动电容容量大，运行电容容量小，耐压一般大于400V。一般用在空气压缩机，切割机，木工机床等负载大而不稳定的地方



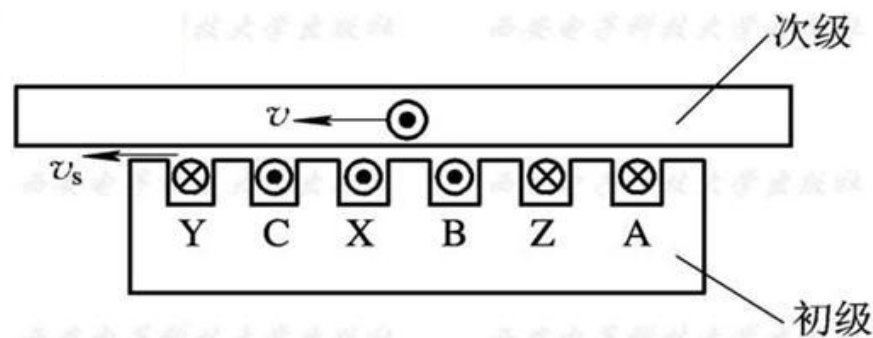
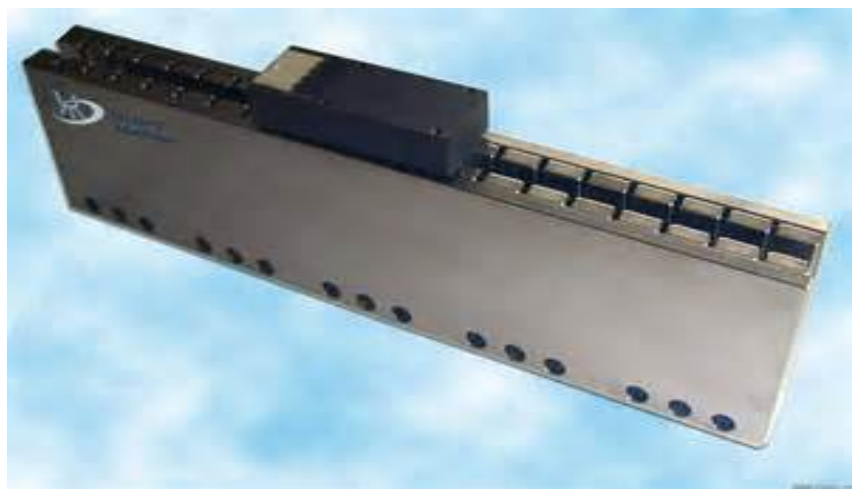
单相电机之运行

- 正反转控制：带正反转开关的接线图，通常这种电机的启动绕组与运行绕组的电阻值是一样的，就是说电机的启动绕组与运行绕组是线径与线圈数完全一致的。一般洗衣机用得到这种电机。



直线电动机

- 直线电机是一种通过将封闭式磁场展开为开放式磁场，将电能直接转化为直线运动的机械能，而不需要任何中间转换机构的传动装置。
- 在直线电机中，初级，相当于旋转电机定子的；次级，相当于旋转电机转子的；初级中通以交流，次级就在电磁力的作用下沿着初级做直线运动。



直线电动机之应用

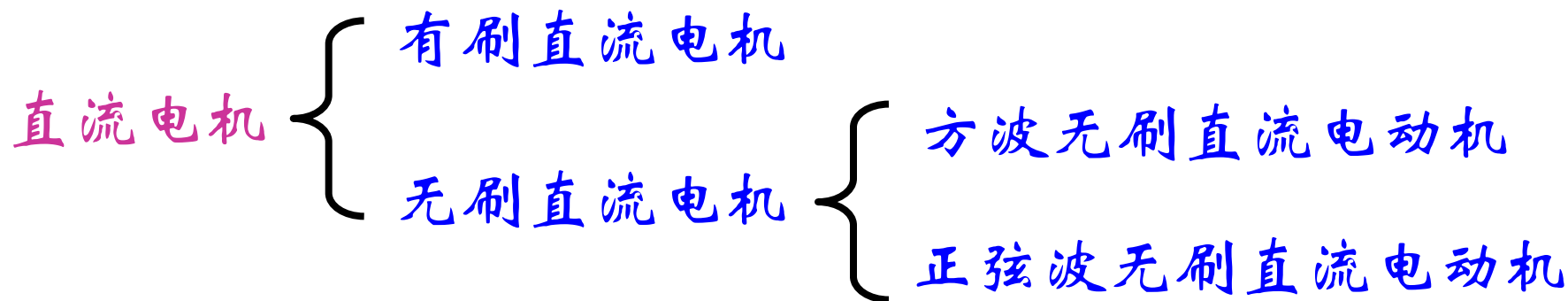
直线电机凭借高速度、高加速、高精度及行程不受限制等特性在物流系统、工业加工与装配、信息及自动化系统、交通与民用以及军事等领域发挥着十分重要的作用。直线电机主要应用场合：

- 直线电机应用于自动控制系统，这类应用场合比较多。
- 作为长期连续运行的驱动电机。
- 应用在需要短时间、短距离内提供巨大的直线运动能的装置中。

直流电机

直流电机指的是输出直流电流的发电机，或通入直流电流而产生机械运动的电动机。

直流发电机主要用作直流电源。直流电动机具有良好的启动性能和调速特性。前者主要表现在起动力矩大。后者主要表现在调速范围广、调速方便、调速平滑。



直流电机之应用

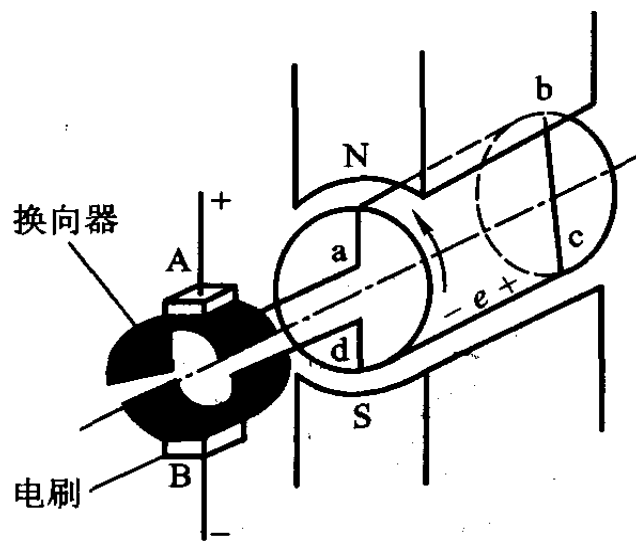
直流电动机被广泛应用于电力机车、无轨电车、轧钢机、航空航天、数控机床、机器人、电动汽车、计算机外围设备和家用电器等领域。

此外，小容量直流电机大多在自动控制系统中以伺服电机、测速发电机等形式作为测量、执行元件使用。



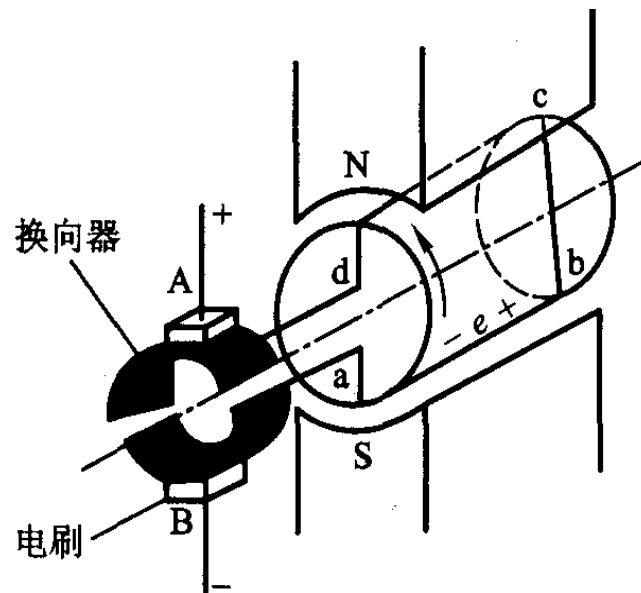
直流发电机之原理

- N、S为定子磁极，abcd是固定在可旋转导磁圆柱体上的线圈，线圈连同导磁圆柱体称为电机的转子或电枢。线圈的首末端a、d连接到两个相互绝缘并可随线圈一同旋转的换向片上。转子线圈与外电路的连接是通过放置在换向片上固定不动的电刷进行的。



直流发电机之原理

- 当原动机驱动电机转子逆时针旋转180°后，导体ab在S极下，a点低电位，b点高电位；导体cd在N极下，c点低电位，d点高电位；电刷A极性仍为正，电刷B极性仍为负。

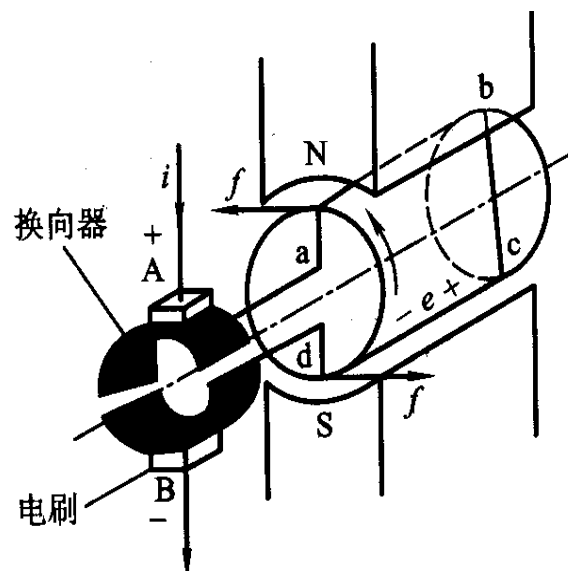


直流发电机之原理

- 可见，和电刷A接触的导体总是位于N极下，和电刷B接触的导体总是位于S极下，因此电刷A的极性总是正的，电刷B的极性总是负的，在电刷A、B两端可获得直流电动势。
- 实际直流发电机的电枢是根据实际需要有多多个线圈。线圈分布在电枢铁心表面的不同位置，按照一定的规律连接起来，构成电机的电枢绕组。磁极也是根据需要N、S极交替旋转多对。

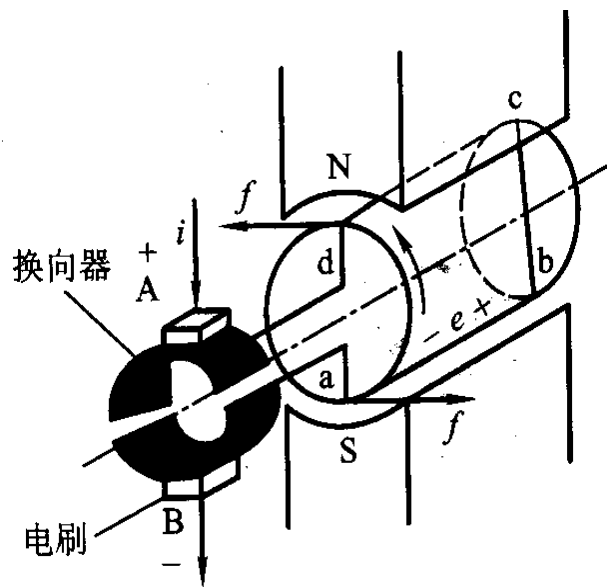
直流电动机之原理

- 直流电动机是将电能转变成机械能的旋转机械。
- 在磁场作用下，N极性下导体ab受力方向从右向左，S极下导体cd受力方向从左向右。该电磁力形成逆时针方向的电磁转矩。当电磁转矩大于阻转矩时，电机转子逆时针方向旋转。

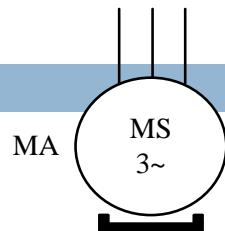


直流电动机之原理

- 原N极性下导体ab转到S极下，受力方向从左向右，原S极下导体cd转到N极下，受力方向从右向左。该电磁力形成逆时针方向的电磁转矩。线圈在该电磁力形成的电磁转矩作用下继续逆时针方向旋转。
- 同直流发电机相同，实际的直流电动机的电枢并非单一线圈，磁极也并非一对。



常用控制执行电机

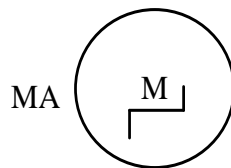


□ 交流伺服电动机

- 将收到的电信号转换成电动机轴上的角位移或角速度输出。
- 它有交流伺服和直流伺服之分。
- 交流伺服电动机在同功率下有较小的体积和质量，适用于高速且大力矩工作状态，是主要发展方向。
- 高性能的伺服系统大多采用永磁同步型交流伺服电动机，这类伺服电动机自带的编码器，可以实现快速、准确的定位。

□ 步进电动机

- 将电脉冲转化成角位移的执行机构。
- 通过控制脉冲的频率控制转运速度和加速度。
- 这种电机在非过载下，转速、位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲个数，而不受负载变化的影响。
- 步进电动机要与相应的驱动器一起使用



小结

□ 电器

- 低压电器

- 高压电器

! 内容多多!

□ 电机

- 电动机

- 发电机

我们继续吧！

